



TUGAS AKHIR - RC 145501

**“EVALUASI KINERJA SIMPANG BERSINYAL PADA JALAN
DHARMAHUSADA - JALAN KARANGMENJANGAN - JALAN
Prof. Dr. MUSTOPO, SURABAYA”.**

EDO WILLEM RUMBAY

NRP.3114 030 029

ADEN FEBRIAN NUGROHO

NRP. 3114 030 111

Dosen Pembimbing

Dr. MACHSUS , ST. MT

NIP. 19730914 200501 1 002

PROGRAM STUDI DIPLOMA TIGA TEKNIK SIPIL

Departemen Teknik Infrastruktur Sipil

Fakultas Vokasi

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

Surabaya 2017



TUGAS AKHIR - RC 145501

**“EVALUASI KINERJA SIMPANG BERSINYAL PADA JALAN
DHARMAHUSADA - JALAN KARANGMENJANGAN -
JALAN Prof. Dr. MUSTOPO, SURABAYA”.**

EDO WILLEM RUMBAY

NRP.3114 030 029

ADEN FEBRIAN NUGROHO

NRP. 3114 030 111

Dosen Pembimbing

Dr. MACHSUS , ST. MT

NIP. 19730914 200501 1 002

PROGRAM STUDI DIPLOMA TIGA TEKNIK SIPIL

Departemen Teknik Infrastruktur Sipil

Fakultas Vokasi

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

Surabaya 2017



FINAL PROJECT - RC 145501

**“EVALUATION OF INTERSECTION ON DHARMAHUSADA
STREET - KARANG MENJANGAN STREET - Prof. Dr.
MUSTOPO STREET, SURABAYA”.**

EDO WILLEM RUMBAY

NRP.3114 030 029

ADEN FEBRIAN NUGROHO

NRP. 3114 030 111

Supervisor

Dr. MACHSUS , ST. MT

NIP. 19730914 200501 1 002

DIPLOMA III of CIVIL ENGINEERING

Infrastructure Civil Engineering Departement

Vocation Faculty

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

Surabaya 2017

LEMBAR PENGESAHAN

**EVALUASI KINERJA SIMPANG BERSINYAL JL. Prof. Dr.
MUSTOPO - JL. DHARMAHUSADA- JL. KARANG
MENJANGAN
SURABAYA**

TUGAS AKHIR TERAPAN

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya
Pada Departemen Teknik Infrastruktur Sipil
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

DISUSUN OLEH:

MAHASISWA I



EDO WILLEM RUMBAY
NRP. 3114 030 029

MAHASISWA II



ADEN FEBRIAN NUGROHO
NRP. 3114 030 111



19 JUL 2017

Dr. MACHSUS, S.T. M.T.
NRP. 19740914 200501 1 002




**BERITA ACARA
TUGAS AKHIR TERAPAN**

PROGRAM STUDI DIPLOMA TIGA TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI ITS



No. Agenda :
037713/IT2.VI.B.1/PP.06.00/2017

Tanggal : 7 Juli 2017

Judul Tugas Akhir Terapan	Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal Jalan Dharmahasuda - Jalan Karangmenjangan - Jalan Prof. Dr. Mustopo, Surabaya		
Nama Mahasiswa 1	Edo Willem Rumbay	NRP	3114030029
Nama Mahasiswa 2	Aden Febrian Nugroho	NRP	3114030111
Dosen Pembimbing 1	Dr. Machus, ST. MT NIP 19730914 200501 1 002	Tanda tangan	
Dosen Pembimbing 2	NIP	Tanda tangan	

[illegible]

Persetujuan Hasil Revisi			
Dosen Penguji 1	Dosen Penguji 2	Dosen Penguji 3	Dosen Penguji 4
 Amalia Firdaus M. ST. MT NIP 19790218 200901 2 002	 I. Djoko Sulistiono, MT. NIP 19541002 1965 12 1 001	NIP	NIP

Persetujuan Dosen Pembimbing Untuk Penjilidan Buku Laporan Tugas Akhir Terapan	Dosen Pembimbing 1	Dosen Pembimbing 2
	 Dr. Nachsus, ST. MT NIP 19730914 2005011 1 002	 NIP



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

FAKULTAS VOKASI
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116
 Telp. 031-5947637 Fax. 031-5939525
<http://www.stikomainsipilits.ac.id>

ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama
NRP

Judul Tugas Akhir

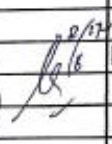
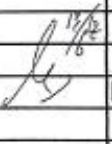
: 1 Edo Willem Rimbey
: 1 311403029

2 Aden Febrian N
2 311403011

**: Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal Jl. Dharmasada -
 Jl. Kembang Menyanan - Jl. Prof. Dr. Mustopo, Surabaya**

Dosen Pembimbing

: Dr. Machsus, ST, MT

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
8		- Untuk Pendekat Timur diberi median untuk perbaikannya				
		- Kemiringan diukur diatur berdasarkan		B	C	K
		- Memeriksa pelanggaran - pelanggaran di simpang		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- Marka jalan diatur lagi untuk perbaikan		B	C	K
		- Pengawasan di sisi timur diukur		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9		- Membuat Alternatif II (dengan pembatasan lajur)		B	C	K
		- Garis lengkung dibuat lurus		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- Untuk sisi Barat Mustopo dibuat 4 lajur				
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Kat.
B = Lebih cepat dari jadwal
C = Sesuai dengan jadwal
K = Tertinggal dari jadwal



ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1 Edo Willem Rulay 2 Aden Ebrisan M
NRP : 1 3114230023 2 3114230011
Judul Tugas Akhir : Evaluasi kinerja simpang bersingkal Jl Dharmasusada -
 31 Karang Menjangan - di Prof Dr Mustopo - Surabaya
Dosen Pembimbing : Dr Mochsus ST.MT

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
4.		- Disiapkan - rencana S.P.R → rencana lain! - lay out	<i>[Signature]</i>	B	C	K
				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.		- Rencanakan untuk STOR Tidak dibuang - membawa gambar cad perbaikan - plot nilai DW dan di milihler blok	<i>[Signature]</i>	B	C	K
				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.		- Untuk perbaikan Jalan Prof. Mustopo Latar Layar sebaiknya dibuat sama - Rambu lalu lintas dipasang di setiap pendekat - Jalan Dharmasusada bisa ditambah 1 Lajur untuk LTOR	<i>[Signature]</i>	B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.		- Segera diselesaikan kerja perbaikan - Berhentikan untuk 5 tahun kedepan - Bab VI kesimpulan dan saran	<i>[Signature]</i>	B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ket. :
 B = Lebih cepat dari jadwal
 C = Sesuai dengan jadwal
 K = Terlambat dari jadwal

“Halaman Sengaja dikosongkan”

EVALUASI SIMPANG JL. Prof. Dr. MUSTOPO – JL. DHARMAHUSADA – JL. KARANG MENJANGAN SURABAYA

Nama Mahasiswa	: Edo Willem Rumbay
NRP	: 3114030029
Jurusan	: Infrastruktur Sipil ITS
Nama Mahasiswa	: Aden Febrian Nugroho
NRP	: 3114030111
Jurusan	: Infrastruktur Sipil ITS
Dosen Pembimbing	: Dr. Machsus, ST. MT.

Abstrak

Persimpangan Jalan Prof. Dr. Mustopo – Jalan Dharmahusada – Jalan Karang Menjangan yang berupa simpang bersinyal, merupakan salah satu persimpangan yang memiliki tingkat kemacetan cukup tinggi di daerah tersebut. Khususnya pada jam puncak (peak hour) pagi, siang, dan sore. Hal ini disebabkan karena kapasitas jalan yang ada, dan kondisi geometrik jalan kurang memadai, sehingga membuat kondisi pada persimpangan menjadi tidak teratur dan kurang terkendali. Ditambah lagi dengan adanya penyempitan jalan di JL. Dharmahusada yang menyebabkan terjadinya penumpukan kendaraan. Maka dari itu, perlu dilakukan pengevaluasian kinerja simpang tersebut untuk mengetahui tingkat kelayakan dan pelayanan simpang yang ada sekarang dalam menampung penambahan volume lalu lintas akibat penyempitan jalan.

Analisa kinerja persimpangan ini menggunakan metode MKJI 1997 dengan bantuan program KAJI. Penelitian ini diawali dengan pengumpulan data-data primer yaitu dengan melakukan survey lapangan , geometric, volume masuk dan keluar, dan arus lalu lintas serta data sekunder dari BAPPEKO dan Dinas Perhubungan Surabaya.

Berdasarkan hasil perhitungan dengan perbaikan waktu sinyal dan perubahan geometrik untuk 5 tahun kedepan, didapatkan tingkat pelayanan untuk puncak Pagi pada tahun 2018 – 2019 adalah LOS D dengan DI berkisar antara 35,22 – 38,78 det/smp, pada tahun 2020-2022 adalah LOS E dengan DI berkisar antara 42,91 – 49,76 det/smp. Tingkat pelayanan untuk puncak Siang pada tahun 2018-2020 adalah LOS D dengan DI berkisar antara 32,43 – 38,31 det/smp, pada tahun 2021-2022 adalah LOS E dengan DI berkisar antara 41,77 – 45,28 det/smp. Tingkat pelayanan untuk puncak Sore pada tahun 2018-2019 adalah LOS D dengan DI berkisar antara 35,47 – 39,42 det/smp, pada tahun 2020-2022 adalah LOS E dengan DI berkisar antara 43,64 – 50,38.

Key Word : Perhitungan Derajat Kejenuhan ,Simpang Bersinyal, Jalan Dharmahusada – Jalan Prof. Dr. Mustopo – Karang Menjangan

**EVALUATION OF SIGNALLED INTERSECTION ON
DHARMAHUSADA STREET – KARANG
MENJANGAN STREET – Prof. Dr. MUSTOPO ,
SURABAYA**

Student Name	: Edo Willem Rumbay
NRP	: 3114030029
Departement	: Infrastruktur Civil ITS
Student Name	: Aden Febrian Nugroho
NRP	: 3114030111
Departement	: Infrastruktur Civil ITS
Supervisor	: Dr. Machsus, ST. MT.

Abstract

Intersection of Prof. Dr. Mustopo Street - Dharmahusada Street - Karang Menjangan Street in the form of a signal intersection, is one of the intersections that have a high level of congestion in the area. Especially at peak hour morning, afternoon, and afternoon. This is due to the existing road capacity, and the road geometric condition is inadequate, thus making the conditions at the intersection to be irregular and less controllable. Coupled with the narrowing of roads in JL. Dharmahusada which causes the buildup of vehicles. Therefore, it is necessary to evaluate the performance of the intersection to determine the level of feasibility and service of the existing intersection in accommodating the addition of traffic volume due to road narrowing.

Analysis of this intersection performance using MKJI method 1997 with the help of KAJI program. This research begins with the collection of primary data that is by conducting field survey, geometric, incoming and outgoing volume, and traffic flow as well as secondary data from BAPPEKO and Surabaya Transportation Department.

Based on calculations with signal time improvement and geometric change for the next 5 years, the service level for peak Morning in 2018 - 2019 is LOS D with DI ranged from 35,22 - 38,78 det / smp, in year 2020-2022 is LOS E with DI ranges from 42.91 - 49.76 sec / smp. Level of service for peak Day in 2018-2020 is LOS D with DI ranged from 32,43 - 38,31 det / smp, in year 2021-2022 is LOS E with DI ranged from 41,77 - 45,28 det / smp . Level of service for peak Afternoon in 2018-2019 is LOS D with DI ranged from 35.47 - 39.42 det / smp, in 2020-2022 is LOS E with DI ranged from 43.64 - 50.38.

Keywords : Calculation of Degree of Saturation, Signal Intersection, Dharmahusada Street - Prof. Dr. Mustopo Street - Karang Menjangan Street

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan syukur kehadiran Allah SWT, atas rahmat dan hidayah-Nya Proyek Akhir kami yang berjudul “Evaluasi Smpang JL. Prof. Dr. Mustopo – JL. Dharmahusada – JL. Karang Menjangan Surabaya” dapat tersusun serta terselesaikan dengan baik dan kami dapat mempresentasikan pada Sidang Proyek Akhir.

Proyek Akhir ini merupakan salah satu syarat akademis pada program studi Diploma III Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Tujuan dari penulisan Proyek Akhir ini agar mahasiswa dapat memahami serta mengetahui langkah kerja dalam pekerjaan perencanaan peningkatan jalan suatu proyek.

Tersusunnya Laporan Proyek Akhir ini tidak lepas dari bantuan serta bimbingan orang sekitar. Dalam kesempatan ini kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penyusunan Proyek Akhir ini, yaitu :

1. Bapak Dr. Machsus, ST, MT selaku dosen pembimbing dalam proyek akhir kami.
2. Orang Tua dan Keluarga kami yang telah memberi dorongan baik moril maupun materil yang tak terhingga, sehingga kami dapat menyelesaikan Proyek Akhir ini.
3. Seluruh pihak yang secara langsung ataupun tidak langsung telah membantu kami dalam menyelesaikan proyek akhir kami, yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Surabaya, 3 Juli 2017

Penulis

“Halaman Sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

Uraian Singkat.....	i
Kata Pengantar	v
Daftar Isi.....	vii
Daftar Tabel	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penulisan	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penulisan.....	3
1.6 Lokasi Simpang.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Landasan Teori	5
2.2 Prosedur Perhitungan Simpang Bersinyal	6
2.2.1 Data Masukan.....	7
2.2.1.1 Kondisi Geometrik Pengaturan Lalu Lintas dan Kondisi Lingkungan.....	7
2.2.1.2 Kondisi Arus Lalu Lintas	10
2.2.2 Penggunaan Sinyal	11
2.2.2.1 Fase Sinyal	11
2.2.2.2 Waktu Antar Hijau dan Waktu Hilang.....	12
2.2.3 Penentuan Waktu Sinyal	17
2.2.3.1 Tipe Pendekat	17
2.2.3.2 Lebar Pendekat Efektif	18
2.2.3.3 Arus Jenuh Dasar	20
2.2.3.4 Faktor Penyesuaian	21
2.2.3.5 Rasio Arus/Arus Jenuh	26
2.2.3.6 Waktu Siklus dan Waktu Hijau.....	26

2.2.4 Kapasitas	29
2.2.4.1 Derajat Kejenuhan	29
2.2.5 Perilaku Lalu Lintas	29
2.2.5.1 Persiapan.....	29
2.2.5.2 Panjang Antrian	29
2.2.5.3 Kendaraan Terhenti	30
2.2.5.4 Jumlah Kendaraan Antri dan Masukan	31
2.3 Level Of Service (LOS)	33
 BAB III METODOLOGI	35
3.1 Tujuan Metodologi	35
3.2 Metodologi Yang Digunakan.....	35
3.3 Diagram Alir.....	39
3.4 Bagan Alir Prosedur Perhitungan	40
3.5 Metode Survey	41
 BAB IV PENGUMPULAN DATA DAN PENGOLAHAN DATA.....	43
4.1 Pengumpulan Data	43
4.1.1 Data Jumlah Kendaraan.....	44
4.1.2 Data Survey Volume Lalu Lintas	44
4.1.3 Penjelasan Perhitungan Jam Puncak Simpang Bersinyal.....	49
4.1.4 Data Survey Geometrik Simpang	49
4.1.5 Tipe Lingkungan	49
4.1.6 Hambatan Sampling	49
4.1.7 Median	50
4.1.8 Belok Kiri Langsung	50
4.1.9 Lebar Pendekat (WA), Lebar Masuk (WMasuk),(WKeluar), (WLTOR).....	50

4.2 Analisa Pertumbuhan Lalu Lintas	53
4.2.1 Data Jumlah Kendaraan Terdaftar di Surabaya.....	53
4.2.2 Pengolahan Data Jumlah Kendaraan	54
4.2.3 Analisa Pertumbuhan Kendaraan	56

BAB V ANALISA SIMPANG BENSINYAL DAN

KONDISI EKSISTING.....	67
5.1 Umum	67
5.2 Kondisi Eksisting Persimpangan	67
5.3 Kondisi Geometrik Persimpangan	68
5.3.1 Tipe Lingkungan.....	68
5.3.2 Hambatan Samping.....	68
5.3.3 Pembagian Fase	69
5.3.4 Median	72
5.3.5 Belok Kiri Langsung.....	72
5.3.6 Lebar Pendekat (WA), Lebar Masuk (WMasuk),(WKeluar), (WLTOR).....	72
5.4 Perhitungan Kinerja Simpang Bersinyal	74
5.4.1 Arus Lalu Lintas Kendaraan Bermotor.....	78
5.4.2 Penentuan Tipe Pendekat.....	95
5.4.3 Lebar Efektif	95
5.4.4 Arus Jenuh Dasar.....	95
5.4.5 Faktor – Faktor Penyesuaian.....	96
5.4.6 Nilai Arus Jenuh Dasar (S)	100
5.4.7 Arus Lalu Lintas (Q).....	101
5.4.8 Rasio Arus (FR).....	101
5.4.9 Rasio Arus Kritis (FRcrit).....	102
5.4.10 Rasio Arus Simpang	102
5.4.11 Rasio Fase (PR)	102
5.4.12 Waktu Siklus dan Waktu Hijau.....	102
5.4.13 Kapasitas (C).....	103
5.4.14 Derajat Kejenuhan (DS)	103

5.4.15 Menghitung Tundaan Rata-Rata Seluruh Simpang (DI).....	110
5.5 Perhitungan KAJI	110
5.6 Perbedaan KAJI dan Manual Eksisting	111
5.7 Perhitungan Segmen Jalan	112
5.5.1 Umum	112
5.5.2 Kondisi Lalu Lintas	112
5.5.3 Hambatan Samping	112
5.5.4 Perhitungan Segmen	114
5.8 Alternatif Perbaikan Simpang Bersinyal	123
5.8.1 Alternatif 1 (Waktu Sinyal dan Geometrik)	123
5.8.2 Alternatif 2 (Pembebasan Lahan)	130
 BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	133
6.1 Kesimpulan	133
6.2 Saran	134
 DAFTAR PUSTAKA.....	135
 PENUTUP	137
 BIODATA PENULIS.....	139
 LAMPIRAN	141

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Nilai-nilai koefisien smp	11
Tabel 1.2 Nilai Waktu Antar Hijau	17
Tabel 1.3 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota.....	21
Tabel 1.4 Faktor penyesuaian untuk tipe Lingkungan Jalan, Hambatan samping dan Kendaraan tak bermotor (FSF)	22
Tabel 1.5 Tundaan berhenti pada berbagai Tingkat Pelayanan (LOS)	34
Tabel 4.1 Data Jumlah Kendaraan di Kota Surabaya.....	39
Tabel 4.2 Perhitungan Volume Kendaraan Per Jam.....	41
Tabel 4.3 Rekapitulasi Jam Puncak Pagi Simpang Bersinyal	43
Tabel 4.4 Rekapitulasi Volume Kendaraan Per Jam	44
Tabel 4.5 Data Jumlah Kendaraan Terdaftar di Surabaya.....	49
Tabel 4.6 Data Jumlah Kendaraan Terdaftar di Surabaya.....	52
Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Regresi dan Faktor Pertumbuhan Kendaraan Penumpang (LV) 55	55
Tabel 4.8 Data Jumlah Kendaraan Terdaftar di Surabaya.....	56
Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Regresi dan Faktor Pertumbuhan kendaraan truk.....	58
Tabel 4.10 Data Jumlah Kendaraan Terdaftar di Surabaya.....	59

Tabel 4.11 Hasil Perhitungan Regresi dan Faktor Pertumbuhan Sepeda Motor	41
Tabel 5.1 Nilai Normal Waktu Siklus	72
Tabel 5.2 Nilai Koefisien SMP	74
Tabel 5.3 Perhitungan Arus Kendaraan Ringan	75
Tabel 5.4 Perhitungan Arus Kendaraan Berat	76
Tabel 5.5 Perhitungan Arus Kendaraan Bermotor	77
Tabel 5.6 Total Perhitungan Kendaraan Ringan	78
Tabel 5.7 Jumlah Penduduk	92
Tabel 5.8 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota.....	93
Tabel 5.9 Kecepatan Arus Bebas dasar	109
Tabel 5.10 Kecepatan Arus Bebas Dasar	110
Tabel 5.11 Rekapitulasi Kinerja Simpang Bersinyal Jam Puncak Pagi Setelah Perbaikan	114
Tabel 5.12 Rekapitulasi Kinerja Simpang Bersinyal Jam Puncak Siang Setelah Perbaikan	115
Tabel 5.13 Rekapitulasi Kinerja Simpang Bersinyal Jam Puncak Sore Setelah Perbaikan	116

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Dengan meningkatnya jumlah penduduk, jalan merupakan sarana penunjang bagi penduduk dalam melakukan aktifitas dan yang terpenting adalah untuk meningkatkan perekonomian dalam suatu wilayah, khususnya di kota-kota besar. Surabaya adalah kota terbesar ke 2 di Indonesia yang memiliki tingkat mobilitas dan kesibukan penduduk yang tinggi. Sehingga, hal tersebut menjadi faktor yang menyebabkan permasalahan lalu lintas. Maka dari itu, perlu dibuat rekayasa persimpangan bersinyal Jl. Prof. Dr. Mustopo – Jl. Dharmahusada – Jl. Karang Menjangan untuk dapat memberikan pelayanan dan kemudahan bagi pengguna jalan agar dapat tercipta lalu lintas yang hemat, aman, nyaman, lebih praktis, dan mempersingkat waktu.

Persimpangan merupakan jalinan jalan yang memiliki posisi penting dan kritis dalam mengatur arus lalu lintas. Tidak praktis dan tidak optimalnya kinerja simpang dapat menimbulkan permasalahan. Oleh karena itu, pengaturan kinerja simpang dan pemakaian sinyal yang optimal sangat diperlukan untuk mengatur arus lalu lintas agar tidak terjadi permasalahan pada persimpangan-persimpangan di kota Surabaya.

Karena semakin lama jumlah populasi penduduk terus meningkat, maka berdampak pada kepadatan volume kendaraan, yang berdampak pada meningkatnya jumlah antrian kendaraan di persimpangan dalam kota Surabaya. Hal ini akan mengakibatkan penumpukan kendaraan di waktu jam sibuk, sehingga perlu dilakukannya rekayasa lalu lintas untuk

mengatur pergerakan kendaraan, untuk memberikan kenyamanan dan keamanan dalam berlalu lintas.

Pada simpang Jl. Prof. Dr. Mustopo – Jl. Dharmahusada – Jl. Karang Menjangan, masih belum optimal karena terdapatnya penyempitan di Jalan dharmahusada, sehingga menyebabkan terjadinya penumpukan kendaraan dan panjang antrian dari arah timur menuju barat. Hal ini membuat kinerja simpang tidak optimal dan perlu dilakukannya evaluasi kinerja simpang. Nantinya akan diketahui layak atau tidaknya pengaturan simpang bersinyal tersebut.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka dapat dirumuskan masalah proyek akhir adalah sebagai berikut :

- a. Bagaimana kinerja dan tingkat pelayanan simpang pada Jl. Prof. Dr. Mustopo – Jl. Dharmahusada – Jl. Karang Menjangan pada saat ini.
- b. Apakah dengan kinerja persimpangan yang sekarang masih dapat dipertahankan untuk mengatasi kemacetan.
- c. Bagaimana mengevaluasi simpang dengan merubah geometrik dan waktu sinyal untuk 5 tahun kedepan (2017-2022), jika kinerja simpang yang sekarang kurang maksimal dengan bertambahnya volume kendaraan.
- d. Bagaimana kinerja simpang setelah perbaikan.

1.3 Tujuan Penulisan

Berdasarkan pada perumusan masalah di atas, maka tujuan dari penulisan proyek akhir ini adalah sebagai berikut :

- a. Untuk mengevaluasi kinerja persimpangan pada Jl. Prof. Dr. Mustopo – Jl. Dharmahusada – Jl. Karang Menjangan (kapasitas, panjang antrian, dan jumlah kendaraan terhenti)

yang didasarkan pada volume lalu lintas saat ini.

- b. Untuk mengetahui kelayakan simpang yang ada saat ini.
- c. Mengevaluasi kembali kinerja persimpangan dalam jangka waktu 5 tahun ke depan akibat penambahan volume kendaraan.
- d. Untuk mengetahui kinerja simpang setelah perbaikan.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan permasalahan pada proyek akhir ini meliputi:

- a. Mengevaluasi kinerja persimpangan Jl. Prof. Dr. Mustopo – Jl. Dharmahusada – Jl. Karang Menjangan pada saat ini.
- b. Menganalisa kinerja persimpangan sesuai dengan syarat teknis simpang bersinyal menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997.
- c. Pengevaluasian kinerja persimpangan untuk saat ini sampai 5 tahun ke depan dengan akibat penambahan volume kendaraan.

1.5 Manfaat Penulisan

Manfaat dari penulisan Proyek Akhir ini adalah dengan mengevaluasi ulang kinerja simpang bersinyal di Jl. Prof. Dr. Mustopo – Jl. Dharmahusada – Jl. Karang Menjangan, dan diharapkan dapat meningkatkan rasa aman dan nyaman serta memperlancar arus lalu lintas sesuai dengan yang telah direncanakan.

1.6 Lokasi

Lokasi Simpang yang akan kami evaluasi berada di Jalan Dharmahusada – Jalan Prof. Dr. Mustopo – Jalan Karang Menjangan, Kota Surabaya. Tepatnya berada bersebelahan dengan RS. Dr. Soetomo Surabaya. Dan juga berdekatan dengan Kampus Unair A Surabaya. Di sisi barat adalah Jalan Prof. Dr. Mustopo, di sisi timur adalah Jalan Dharmahusada, dan di sisi selatan adalah Jalan Karang Menjangan . lokasi bisa dilihat pada gambar 1.1.



Gambar 1.1 Lokasi Simpang yang di Tinjau

Sumber : Google Map

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori MKJI

Manual Kapasitas Jalan Indonesia ini dapat diterapkan sebagai sarana dalam perancangan, perencanaan dan analisa operasional fasilitas lalu-lintas. Pengguna manual akan meliputi para Perancang Transportasi, para Ahli Teknik Lalu-lintas dan Teknik Jalan Raya yang bertugas dalam Badan Pembina Jalan dan Transportasi, juga Perusahaan-perusahaan pribadi dan konsultan. Manual direncanakan terutama agar pengguna dapat memperkirakan perilaku lalu-lintas dari suatu fasilitas pada kondisi lalu-lintas, geometrik dan keadaan lingkungan tertentu. Nilai-nilai perkiraan dapat diusulkan apabila data yang diperlukan tidak tersedia. Karena itu Manual dapat dipergunakan dalam berbagai keadaan seperti dicontohkan dibawah :

Terdapat tiga macam analisis, yaitu :

1. Perancangan Penentuan denah dan rencana awal yang sesuai dari suatu fasilitas jalan yang baru berdasarkan ramalan arus lalu-lintas.
2. Perencanaan Penentuan rencana geometrik detail dan parameter pengontrol lalu-lintas dari suatu fasilitas jalan baru atau yang ditingkatkan berdasarkan kebutuhan arus lalu-lintas yang diketahui.
3. Analisa Operasional Penentuan perilaku lalu-lintas suatu jalan pada kebutuhan lalu-lintas tertentu. Penentuan waktu sinyal untuk tundaan terkecil. Peramalan yang akan terjadi

akibat adanya perubahan kecil pada geometrik, aturan lalu-lintas dan kontrol sinyal yang digunakan.

Dengan melakukan perhitungan bersambung yang menggunakan data yang disesuaikan, untuk keadaan lalu-lintas yang dapat diterima. Dengan cara yang sama, penurunan kinerja dari suatu fasilitas lalu-lintas sebagai akibat dari pertumbuhan lalu-lintas yang dapat dianalisa, sehingga waktu yang diperlukan untuk tindakan seperti peningkatan kapasitas dapat juga ditentukan.

2.2 Prosedur Perhitungan Simpang Bersinyal

Banyak persoalan lain yang berhubungan dengan Ahli Teknik Lalu-Lintas dan Teknik Jalan Raya dapat diselesaikan dengan cara menggunakan sekumpulan data-data yang berbeda. Karena tugas ini memerlukan banyak waktu dan juga tidak selalu menghasilkan penyelesaian terbaik, maka bagian panduan rekayasa lalu lintas telah dibuat pada setiap bagian. Panduan ini harus dipelajari terlebih dahulu sebelum menggunakan metode perhitungan rinci untuk setiap tipe fasilitas lalu lintas, Karena berisi saran yang dapat membantu pengguna MKJI untuk memilih rencana sementara sebelum memulai Analisa terinci.

Panduan tersebut meliputi :

- a. Ambang arus lalu lintas untuk menentukan tipe dan rencana ruas jalan dan simpang yang paling ekonomis berdasarkan Analisa, pemakaian jalan dan biaya pembuatan jalan, sepanjang umur fasilitas (Analisa biaya siklus hidup).

- b. Dampak perubahan rencana geometric dan bentuk pengaturan lalu lintas pada keselamatan lalu lintas dan polusi kendaraan.
- c. Perilaku lalu lintas dari berbagai tipe simpang dan jalan dengan rentang kondisi yang luas.
- d. Saran mengenai rencana geometric terinci dan peralatan pengaturan lalu lintas yang mempengaruhi kapasitas dan keselamatan lalu lintas.

Simpang simpang bersinyal yang merupakan bagian dari kendali waktu tetap yang dirangkai atau sinyal aktuasi kendaraan terisolir, biasanya memerlukan metode dari perangkat lunak khusus untuk menganalisanya. Walau demikian masukan untuk waktu sinyal dari suatu simpang yang berdiri sendiri dapat diperoleh dengan menggunakan program bantuan KAJI.

Proses perhitungan Simpang Bersinyal ini digunakan untuk menentukan waktu sinyal, kapasitas dan perilaku lalu lintas (tundaan, panjang antrian dan resiko kendaraan terhenti) pada simpang bersinyal di daerah perkotaan dan semi perkotaan.

2.2.1 Data Masukan

2.2.1.1 Kondisi Geometrik Pengaturan Lalu Lintas dan Kondisi Lingkungan

Perhitungan dikerjakan secara terpisah untuk setiap pendekat. Satu lengan simpang dapat terdiri dari satu pendekat, yaitu dipisahkan menjadi dua atau lebih sub pendekat. Hal ini terjadi jika gerakan belok kanan dan/atau belok kiri mendapat sinyal hijau pada fase berlainan dengan lalu lintas yang lurus, atau jika dipisahkan secara fisik dengan pulau-pulau lalu lintas dalam pendekat.

Untuk masing-masing pendekat atau sub pendekat lebar efektif (W_c) ditetapkan dengan mempertimbangkan denah dari bagian masuk dan ke luar suatu simpang dan distribusi dari gerakan-gerakan membelok.

Data-data yang ada dimasukkan ke dalam formulir sesuai dengan perintah yang ada pada masing-masing kolom yang tersedia, yaitu :

1. Umum

Mengisi tanggal dikerjakan, oleh siapa, kota, simpang, dan waktu (puncak, pagi) pada bagian judul formulir.

2. Ukuran Kota

Mengisi jumlah penduduk perkotaan.

3. Fase dan waktu sinyal antara waktu hijau (G)

Mengisi waktu hijau (G), antar hijau, (IG) pada setiap kotak fase, dan mengisi waktu siklus serta waktu total yang hilang ($LT = \sum IG$) untuk setiap kasus yang ditinjau (jika tersedia).

4. Belok Kiri Langsung

Tampak dalam diagram-diagram fase dalam pendekat-pendekat mana gerak belok kiri langsung diijinkan.

5. Denah

Mengisi ruang kosong pada bagian tengah formulir untuk membuat sketsa persimpangan dan mengisi seluruh masukan data geometric yang diperlukan :

- Tata letak dan posisi mulut persimpangan (MP) atau pendekat, pulau-pulau lalu lintas, garis henti, penyeberangan kaki, marka jalur dan arah panah.

- Lebar (dengan pendektana sepersepuluh meter) dari bagian perkerasan mulut persimpangan, masuk (entry), keluar (exit).
- Panjang lajur dan garis menerus atau garis larangan.
- Gambar pada arah Utara pada sketsa, jika tata letak dan desain persimpangan tidak diketahui, untuk analisis menggunakan asumsi sesuai dengan nilai-nilai dasar.

6. Kode Pendekat

Mengisi arah mata angin untuk memberi nama pendekat atau indikasi yang cukup jelas untuk memberi nama pendekat.

7. Tipe Lingkungan Jalan

Mengisi tipe lingkungan jalan untuk setiap pendekat :

- Komersial (COM)
Tata guna lahan komersial, contoh : restoran, kantor, dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan.
- Permukiman (RES)
Tata guna lahan tempat tinggal dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan.
- Akses Terbatas
Jalan masuk terbatas atau tidak ada sama sekali.

8. Median (jika ada)

Mengisi dengan ada atau tidaknya median pada sisi kanan garis henti pada pendekat.

9. Tingkat Hambatan Samping

- Tinggi :
Besar arus berangkat pada tempat masuk dan keluar berkurang oleh karena aktivitas di samping jalan pada pendekat seperti angkutan umum berhenti, pejalan kaki berjalan di samping jalan.
- Rendah
Besar arus berangkat pada tempat masuk dan keluar tidak berkurang oleh hambatan samping dari jenis-jenis tersebut diatas.

10. Lebar Pendekat

Dimasukkan dari sketsa, lebar bagian yang diperkeras dari masing-masing pendekat, belok kiri langsung, tempat masuk dan tempat keluar (bagian tersempit setelah melewati jalan melintang).

11. Kelandaian

Mengisi kelandaian dalam % (naik = + %, turun = - %).

12. Belok Kiri Langsung (LTOR)

Mengisi dengan ada atau tidaknya gerakan belok kiri boleh langsung.

13. Jarak ke Kendaraan Parkir Pertama

Mengisi jarak normal antara garis henti dan kendaraan parkir pertama pada bagian hilir dari pendekat.

2.2.1.2 Kondisi Arus Lalu Lintas

Perhitungan dilakukan per satuan jam untuk satu jam atau lebih periode, misalnya didasarkan pada kondisi arus lalu lintas rencana jam puncak pagi, siang dan sore. Arus lalu lintas (Q) untuk setiap gerakan (belok kiri Q_{LT} , lurus Q_{ST} dan belok

kanan Q_{RT}) dikonversi dari kendaraan per jam menjadi satuan mobil penumpang (smp) per jam dengan menggunakan ekivalen kendaraan penumpang (smp) untuk masing-masing pendekat terlindung, dan terlawan.

Tabel 1.1 Nilai-nilai koefisien smp

Jenis Kendaraan	emp untuk tipe pendekat:	
	Terlindung	Terlawan
Kendaraan Ringan (LV)	1,0	1,0
Kendaraan Berat (HV)	1,3	1,3
Sepeda Motor (MC)	0,2	0,4

$$P_{LT} = \frac{(LT) \text{ smp/jam}}{(\text{Total}) \text{ smp/jam}} \quad (2.1) \quad P_{RT} = \frac{(RT) \text{ smp/jam}}{(\text{Total}) \text{ smp/jam}} \quad (2.2)$$

(bernilai sama untuk pendekat terlawan dan terlindung)

Keterangan : LT : Arus Belok Kiri
RT : Arus Belok Kanan

2.2.2. Penggunaan Sinyal

2.2.2.1 Fase Sinyal

Pilih fase sinyal. Lihat saran pada Bagian 2.2.2 dan bagian 2.3 diatas. Biasanya pengaturan dua fase dicoba sebagai kejadian dasar, karena biasanya menghasilkan kapasitas yang lebih besar dan tundaan rata-rata lebih rendah daripada tipe fase sinyal lain dengan pengatur fase yang biasa dengan pengatur fase konvensional. Arus berangkat belok-kanan pada fase yang berbeda dari gerakan lurus-langsung memerlukan lajur (-lajur RT) terpisah. Pengaturan terpisah gerakan belok kanan biasanya hanya dilakukan berdasarkan pertimbangan kapasitas jika

arus melebihi 200 smp/jam. Walau demikian, mungkin diperlukan demi keselamatan lalu-lintas dalam keadaan tertentu.

- Gambarkan fase sinyal yang dipilih dalam kotak yang disediakan pada Formulir SIG-IV. Masing-masing rencana fase yang akan dicoba memerlukan formulir SIG-IV dan SIG-V tersendiri.

2.2.2.2 Waktu Antar Hijau dan Waktu Hilang

Waktu antar hijau adalah periode setelah hijau sampai akan hijau lagi pada satu pendekat. Waktu antar hijau dihasilkan dari perhitungan waktu merah semua.

$$\text{MERAH SEMUA} = \frac{(LEV + IEV)}{VEV} - \frac{LAV}{VAV} \quad (2.3)$$

di mana :

L_{EV}, L_{AV} = Jarak dari garis henti ke titik konflik masing-masing untuk kendaraan yang berangkat dan yang datang (m).

I_{EV} = Panjang kendaraan yang berangkat (m)

V_{EV}, V_{AV} = Kecepatan masing-masing untuk kendaraan yang berangkat dan yang datang (m/det).

Menggambarkan kejadian dengan titik-titik konflik kritis yang diberi tanda bagi kendaraan-kendaraan maupun para pejalan kaki yang memotong jalan.

Nilai-nilai yang dipilih untuk VEV, VAV, dan IEV tergantung dari komposisi lalu-lintas dan kondisi kecepatan pada lokasi. Nilai-nilai sementara berikut dapat dipilih dengan ketiadaan aturan di Indonesia akan hal ini.

Kecepatan kendaraan yang datang

V_{AV} : 10 m/det (kend. bermotor)

Kecepatan kendaraan yang berangkat

V_{EV} : 10 m/det (kend. bermotor)

3 m/det (kend. Tak bermotor)

1,2 m/det (pejalan kaki)

Panjang kendaraan yang berangkat

IEV : 5 m (LV atau HV)

2 m (MC atau UM)

Perhitungan dilakukan dengan Formulir SIG-III untuk semua gerak lalu-lintas yang bersinyal (tidak termasuk LTOR).

Apabila periode merah-semua untuk masing-masing akhir fase telah ditetapkan, waktu hilang (LTI) untuk simpang dapat dihitung sebagai jumlah dari waktu-waktu antar hijau:

$$2.2.2.3 \quad LTI = \sum (MERAH SEMUA + KUNING) \quad i = \sum IGI$$

Panjang waktu kuning pada sinyal lalu-lintas perkotaan di Indonesia biasanya adalah 3,0 detik.

Waktu siklus sebelum penyesuaian :

$$C_{ua} = (1,5 \times LT1 + 5) / (1 - IFR) \dots (2.4)$$

Dimana :

C_{ua} = Waktu siklus sebelum penyesuaian sinyal (det)

LTI = Waktu hilang total per siklus (det)

IFR = Rasio arus simpang (FR_{CRIT})

2.2.2.4 PERHITUNGAN WAKTU HIJAU

$$gi = (C_{ua} - LTI) \times PRI \dots (2.5)$$

dimana :

gi = Tampilan waktu hijau pada fase i (det)

C_{ua} = Waktu siklus sebelum penyesuaian (det)

LTI = Waktu hilang total per siklus
 Pri = Rasio fase $FR_{CRIT} / \sum (FR_{CRIT})$

2.2.2.5 WAKTU SIKLUS YANG DISESUAIKAN

$$c = \sum g + LTI.....(2.6)$$

2.2.2.6 KAPASITAS

$$C = S \times g/c.....(2.7)$$

2.2.2.7 HITUNG DERAJAT KEJENUHAN

$$DS = Q / C.....(2.9)$$

2.2.2.8 PANJANG ANTRIAN

Menghitung jumlah antrian smp (NQ1) yang tersisa dari fase hijau sebelumnya.

Untuk $DS > 0,5$:

Dengan

$$NQ_1 = 0,25 \times C \times \left[(DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \times (DS - 0,5)}{C}} \right]$$

Untuk $DS \leq 0,5$: $NQ_1=0$ (2.10)

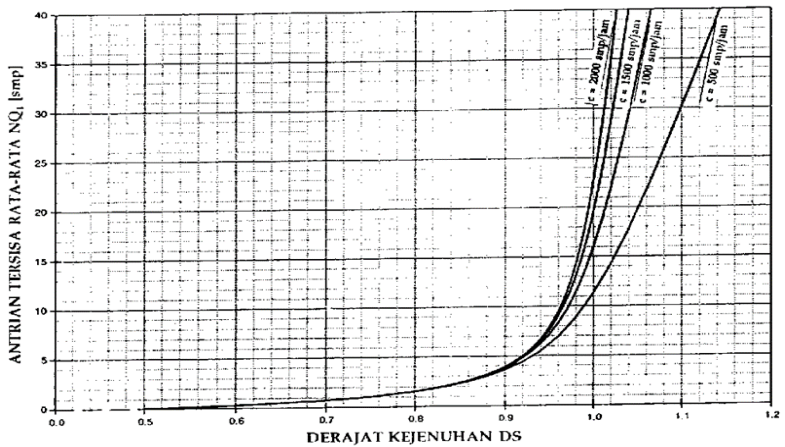
dimana :

NQ_1 : Jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

DS : Derajat kejenuhan

GR : Rasio hijau

C : Kapasitas (smp/jam) = arus jenuh dikalikan rasio hijau ($S \times GR$)



Gambar 2.1: Derajat Kejenuhan

2.2.2.9 Hitung Jumlah antrian smp yang datang selama fase merah (NQ_2),

$$NQ_2 = c \times \frac{1-GR}{1-GR \times DS} \times \frac{Q}{3600} \dots (2.11)$$

dimana:

NQ_2 : Jumlah smp yang datang selama fase merah

DS : Derajat kejenuhan

GR : Rasio hijau

c : Waktu siklus (det)

Q_{masuk} : Arus lalu-lintas pada tempat masuk di luar LTOR (smp/jam)

2.2.2.10 Jumlah kendaraan antri dan masukkan

$$NQ = NQ_1 + NQ_2 \dots (2.12)$$

2.2.2.11 Tundaan

$$DT = c \times \frac{0,5 \times (1-GR)^2}{(1-GR \times DS)} + \frac{NQ_1 \times 3600}{C} \dots\dots(2.13)$$

dimana:

DT = Tundaan lalu-lintas rata-rata (det/smp)

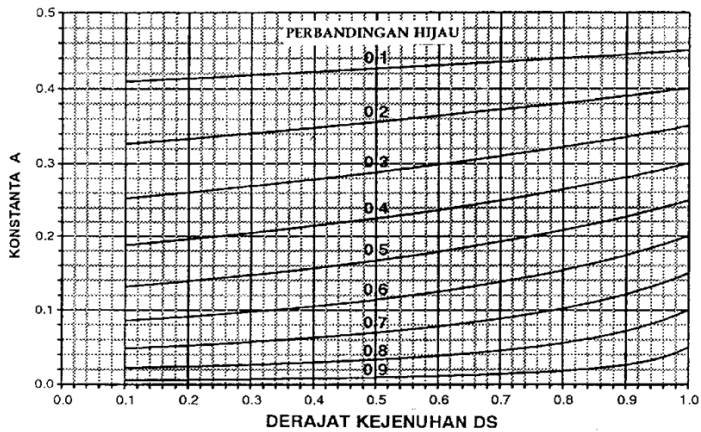
c = waktu siklus yang disesuaikan (det)

GR = rasio hijau (g/c)

DS = derajat kejenuhan

NQ₁ = jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

C = kapasitas (smp/jam)



Waktu Antar Hijau dan Waktu Hilang

Untuk analisa operasional dan perencanaan disarankan untuk membuat suatu perhitungan rinci waktu antar hijau untuk waktu pengosongan dan waktu hilang dengan pada analisa yang dilakukan bagi keperluan perancangan, waktu antar hijau berikut (kuning + merah semua) dapat dianggap sebagai nilai normal.

Tabel 1.2 Nilai Waktu Antar Hijau

Ukuran Simpang	Lebar Jalan Rata-rata	Nilai normal waktu antar hijau
Kecil	6 - 9 m	4 detik/fase
Sedang	10 - 14 m	5 detik/fase
Besar	≥ 15 m	6 detik/fase

2.2.3 Penentuan Waktu Sinyal

2.2.3.1 Tipe Pendekat

Menentukan tipe dari setiap pendekat terlindung (P) atau terlawan (O), dengan melihat gambar rencana, Apabila dua gerakan lalu-lintas pada suatu pendekat diberangkatkan pada fase yang berbeda (misalnya lalu-lintas lurus dan lalu-lintas belok kanan dengan lajur terpisah), harus dicatat pada baris terpisah dan diperlakukan sebagai pendekat-pendekat terpisah dalam perhitungan selanjutnya.

Apabila suatu pendekat mempunyai nyala hijau pada dua fase, di mana pada keadaan tersebut, tipe lajur dapat berbeda untuk masing-masing fase, satu baris sebaiknya digunakan untuk mencatat data masing-masing fase, dan satu baris tambahan untuk memasukkan hasil gabungan untuk pendekat tersebut.

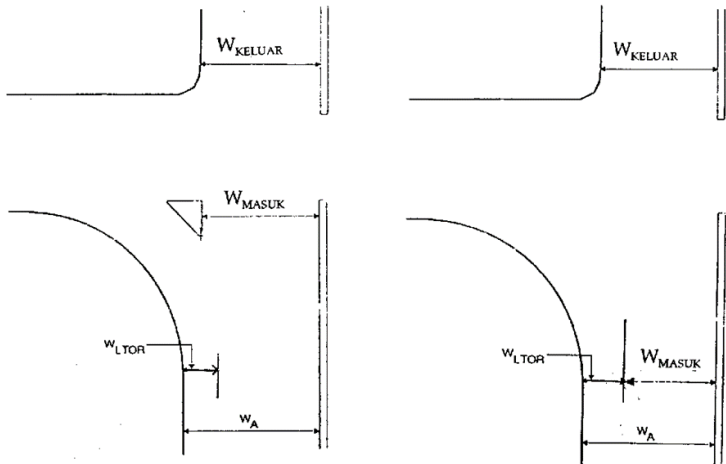
2.2.3.2 Lebar Pendekat

Lebar efektif (W_e) dari setiap pendekat berdasarkan informasi tentang lebar pendekat (W_A) lebar masuk (W_{MASUK}) dan lebar keluar (W_{KELUAR}).

2.3 PROSEDUR UNTUK PENDEKAT DENGAN BELOK KIRI LANGSUNG (LTOR)

Lebar efektif (W_e) dapat dihitung untuk pendekat dengan pulau lalu-lintas, penentuan lebar masuk (W_{MASUK}) sebagaimana ditunjukkan pada gambar di bawah ini atau untuk pendekat tanpa pulau lalu-lintas yang ditunjukkan pada bagian kanan dari gambar.

Pada keadaan terakhir $W_{MASUK} = W_A - W_{LTOR}$
 Persamaan di bawah dapat digunakan untuk kedua keadaan tersebut.



Langkah A:1 : Keluarkan lalu-lintas belok kiri langsung QLTOR dari perhitungan
Tentukan lebar pendekat efektif sebagai berikut:

Langkah A:2 : Periksa lebar keluar (hanya untuk pendekat tipe P)

Jika $W_{KELUAR} < W_e \times (1 - PRT)$,
WC sebaiknya diberi nilai baru dengan W_{KELUAR} , dan analisa penentuan waktu sinyal untuk pendekat ini dilakukan hanya untuk bagian lalu-lintas lurus

Jika $W_{LTOR} < 2m$: Dalam hal ini dianggap bahwa kendaraan LTOR tidak dapat mendahului antrian kendaraan lainnya dalam pendekat selama sinyal merah.

Langkah B:1 : Sertakan QLTOR pada perhitungan selanjutnya.

$$W_A$$

$$W_e = \text{Min} \quad W_{\text{MASUK}} + W_{\text{LTOR}} \dots \dots \dots (2.14)$$

$$W_A (1 + P_{\text{LTOR}}) - W_{\text{LTOR}}$$

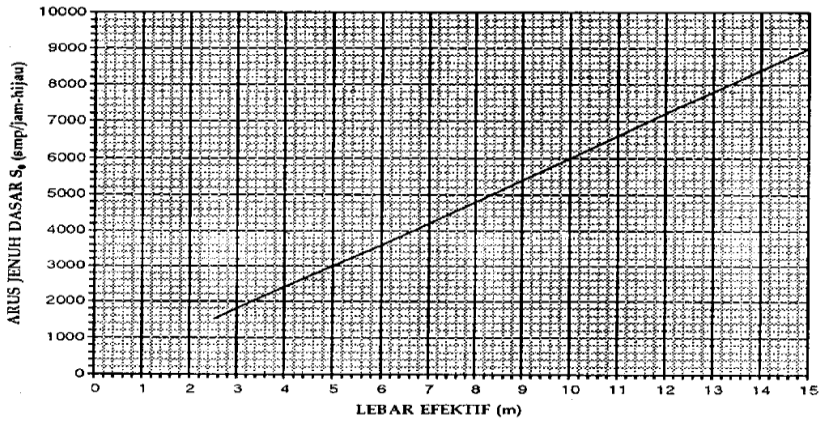
Langkah B:2 : Periksa lebar keluar (hanya untuk pendekat tipe P)

Jika $W_{\text{KELUAR}} < W_e \times (1 - P_{\text{LTOR}})$. W_e sebaiknya diberi nilai baru yang sama dengan W_{KELUAR} dan analisa penentuan waktu sinyal untuk pendekat ini dilakukan hanya untuk bagian lalu-lintas lurus saja ($Q - Q_{\text{st}}$).

2.2.3.3 ARUS JENUH DASAR

Menentukan Arus jenuh dasar (SO) untuk setiap pendekat, Untuk pendekat tipe P (arus terlindung) :

$$S_o = 600 \times W_e \text{ smp/jam hijau} \dots \dots (2.15)$$



Gambar 2.2: Arus jenuh dasar untuk pendekat tipe P

2.2.3.4 FAKTOR PENYESUAIAN

Tabel 2.3 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota

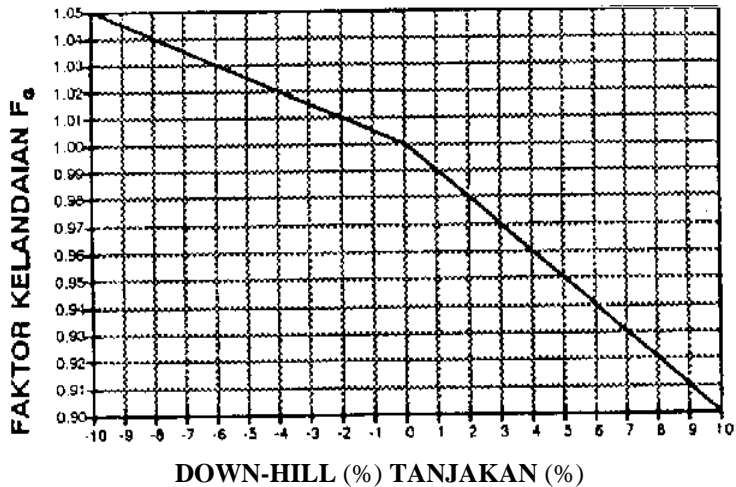
Penduduk kota (Juta jiwa)	Faktor penyesuaian ukuran kota (FCS)
> 3,0	1,05
1,0-3,0	1,00
0,5- 1,0	0,94
0,1-0,5	0,83
< 0,1	0,82

- Jika hambatan samping tidak diketahui, dapat dianggap sebagai tinggi agar tidak menilai kapasitas terlalu besar.

**Tabel 1.4 Faktor penyesuaian untuk tipe Lingkungan Jalan,
Hambatan samping dan Kendaraan tak bermotor (FSF)**

Lingkungan Jalan	Hambatan Samping	Tipe fase	Rasio kendaraan tak bermotor					
			0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25
Komersial COM	Tinggi	Terlawan	0.93	0.88	0.84	0.79	0.74	0.70
		Terlindung	0.93	0.91	0.88	0.87	0.85	0.81
	Sedang	Terlawan	0.94	0.89	0.85	0.80	0.75	0.71
		Terlindung	0.94	0.92	0.89	0.88	0.86	0.82
	Rendah	Terlawan	0.95	0.90	0.86	0.81	0.76	0.72
		Terlindung	0.95	0.93	0.90	0.89	0.87	0.83
Pemukiman (RES)	Tinggi	Terlawan	0.96	0.91	0.86	0.81	0.78	0.72
		Terlindung	0.96	0.94	0.92	0.89	0.86	0.84
	Sedang	Terlawan	0.97	0.92	0.87	0.82	0.79	0.73
		Terlindung	0.97	0.95	0.93	0.90	0.87	0.85
	Rendah	Terlawan	0.98	0.93	0.88	0.83	0.80	0.74
		Terlindung	0.98	0.96	0.94	0.91	0.88	0.86
Akses Terbatas (RA)		Terlawan	1.00	0.95	0.90	0.85	0.80	0.75
		Terlindung	1.00	0.98	0.95	0.93	0.90	0.88

- Faktor penyesuaian kelandaian ditentukan dari Gambar 2.3 sebagai fungsi dari kelandaian (GRAD)



Gambar 2.3: Faktor penyesuaian untuk kelandaian (FG)

- Faktor penyesuaian parkir ditentukan dari Gambar C-4.2 sebagai fungsi dari garis henti sampai kendaraan yang diparkir serta lebar pendekatan W_A , Faktor ini dapat juga diterapkan untuk kasus-kasus dengan panjang lajur belok kiri terbatas, hal ini tidak perlu diterapkan jika lebar efektif ditentukan oleh lebar keluar.

F_p dapat juga dihitung dari rumus berikut, yang mencakup pengaruh panjang waktu hijau:

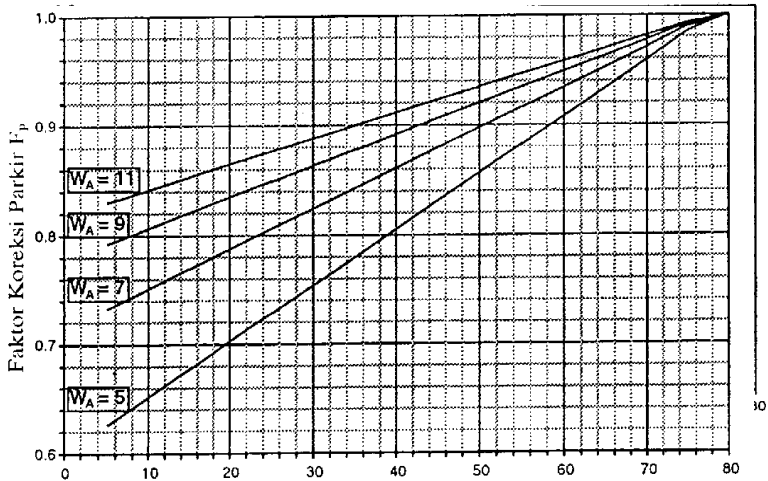
$$F_p = (L_p / 3 - (W_A - 2) \times (L_p / 3 - g) / W_A) / g \dots (2.16)$$

dimana:

L_p = Jarak antara garis henti dan kendaraan yang diparkir pertama (m) (atau panjang dari lajur pendek).

W_A = Lebar pendekat (m)

g = Waktu hijau pada pendekat (nilai normal 26 det).



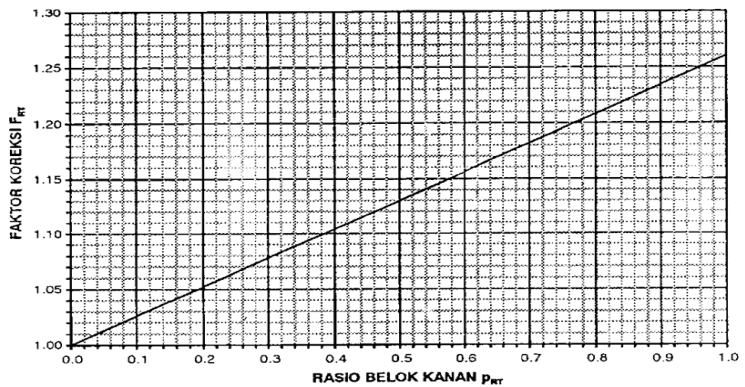
Gambar 2.4: Faktor penyesuaian untuk pengaruh parkir dan lajur belok kiri yang pendek (FP)

- ❖ Menentukan faktor penyesuaian berikut untuk nilai arus jenuh dasar hanya untuk pendekat tipe P sebagai berikut:

Faktor penyesuaian belok kanan (FRT) ditentukan sebagai fungsi dari rasio kendaraan belok kanan PRT sebagai berikut :

Hanya untuk pendekat tipe P; tanpa median, jalan dua arah, lebar efektif ditentukan oleh lebar masuk.

$$FRT = 1,0 + PRT \times 0,26 \dots (2.17)$$



Gambar 2.5: Faktor penyesuaian untuk belok kanan (FRT) (hanya berlaku untuk pendekat tipe P jalan dua arah, lebar efektif ditentukan oleh lebar masuk).

Penjelasan:

Pada jalan dua arah tanpa median, kendaraan belok-kanan dari arus berangkat terlindung (pendekat tipe P) mempunyai kecenderungan untuk memotong garis tengah jalan sebelum meliwati garis henti ketika menyelesaikan belokannya. Hal ini menyebabkan peningkatan rasio belok kanan yang tinggi pada arus jenuh.

➤ **Nilai arus jenuh yang disesuaikan**

$$S = S_0 \times FCS \times FSF \times FG \times FP \times FRT \times FLT \text{ smp/jam hijau}$$

Jika suatu pendekat mempunyai sinyal hijau lebih dari satu fase, yang arus jenuhnya telah ditentukan secara terpisah pada baris yang berbeda dalam tabel, maka nilai arus jenuh kombinasi harus dihitung secara proporsional terhadap waktu hijau masing-masing fase.

2.2.3.5 Rasio Arus / Arus Jenuh

Rasio Arus (FR) masing-masing pendekat :

$$FR = Q / S \dots\dots(2.18)$$

- Beri tanda rasio arus kritis (FR_{CRIT}) (=tertinggi) pada masing-masing fase
- Hitung rasio arus simpang (IFR) sebagai jumlah dari nilai-nilai FR yang dilingkari (=kritis)

$$IFR = \sum (FR_{crit}) \dots\dots(2.19)$$

- Hitung Rasio Fase (IFR) masing-masing fase sebagai rasio antara FR_{CRIT} dan IFR

$$PR = FR_{Crit} / IFR \dots\dots(2.20)$$

2.2.3.6 WAKTU SIKLUS DAN WAKTU HIJAU

a) Waktu siklus sebelum penyesuaian

Hitung waktu siklus sebelum penyesuaian (C_{ua}) untuk pengendalian waktu tetap

$$C_{ua} = (1,5 \times LT1 + 5) / (1 - IFR) \dots\dots(2.21)$$

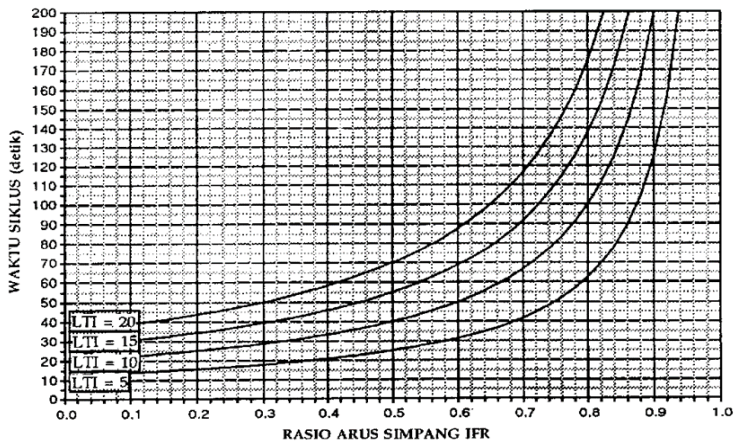
dimana:

C_{ua} = Waktu siklus sebelum penyesuaian sinyal (det)

LTI = Waktu hilang total per siklus (det)

IFR = Rasio arus simpang (FR_{CRIT})

Waktu siklus sebelum penyesuaian juga dapat diperoleh dari Gambar 1.6 di bawah.



Gambar 2.6: Penetapan waktu siklus sebelum penyesuaian

Jika alternatif rencana fase sinyal dievaluasi, maka yang menghasilkan nilai terendah dari $(IFR + LTI/c)$ adalah yang paling efisien.

Tabel dibawah memberikan waktu siklus yang disarankan untuk keadaan yang berbeda:

Tipe pengaturan	Waktu siklus yang layak (det)
Pengaturan dua – fase	40 – 80
Pengaturan tiga – fase	50 – 100
Pengaturan empat – fase	80 – 130

Nilai-nilai yang lebih rendah dipakai untuk simpang dengan lebar jalan <10 m, nilai yang lebih tinggi untuk jalan yang lebih lebar. Waktu siklus lebih rendah dari nilai yang disarankan, akan menyebabkan kesulitan bagi para pejalan kaki untuk menyeberang jalan. Waktu siklus yang melebihi 130 detik harus dihindari kecuali pada kasus sangat khusus (simpang sangat besar), karena hal ini sering kali menyebabkan kerugian dalam kapasitas keseluruhan.

Jika perhitungan menghasilkan waktu siklus yang jauh lebih tinggi daripada batas yang disarankan, maka hal ini menandakan bahwa kapasitas dari denah simpang tersebut adalah tidak mencukupi. Persoalan ini diselesaikan dengan langkah E di bawah.

b.) Waktu Hijau

Menghitung waktu hijau g untuk masing-masing fase:

$$g_i = (C_{ua} - LTI) \times PR_i \dots\dots(2.21)$$

dimana:

g_i = Tampilan waktu hijau pada fase i (det)

C_{ua} = Waktu siklus sebelum penyesuaian (det)

LTI = Waktu hilang total per siklus

PR_i = Rasio fase $FR_{CRIT} / \sum (FR_{CRIT})$

Waktu hijau yang lebih pendek dari 10 detik harus dihindari, karena dapat mengakibatkan pelanggaran lampu merah yang berlebihan dan kesulitan bagi pejalan kaki untuk menyeberang jalan. Masukkan hasil waktu hijau yang telah dibulatkan ke atas tanpa pecahan (det).

c.) Waktu siklus yang disesuaikan

Menghitung waktu siklus yang di sesuaikan (c) berdasar pada waktu hijau yang diperoleh dan telah dibulatkan dan waktu hilang (LTI) dan masukkan hasilnya pada bagian terbawah Kolom 11 dalam kotak dengan tanda waktu siklus yang disesuaikan.

$$c = \sum g + LTI \dots\dots(2.23)$$

2.2.4 KAPASITAS

2.2.4.1 Derajat Kejenuhan

$$DS = Q / C \dots\dots (2.24)$$

Jika penentuan waktu sinyal sudah dikerjakan secara benar, derajat kejenuhan akan hampir sama dalam semua pendekat-pendekat kritis.

2.2.5 PERILAKU LALU-LINTAS

Penentuan perilaku lalu-lintas pada simpang bersinyal berupa panjang antrian, jumlah kendaraan terhenti dan tundaan

2.2.5.1 Persiapan

Mengisikan informasi-informasi yang diperlukan

2.2.5.2 Panjang Antrian

Menggunakan hasil perhitungan derajat kejenuhan untuk menghitung jumlah antrian smp (NQ_1) yang tersisa dari fase hijau sebelumnya.

Untuk $DS > 0,5$:

Dengan

$$NQ_1 = 0,25 \times C \times \left[(DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \times (DS - 0,5)}{C}} \right]$$

Untuk $DS \leq 0,5$: $NQ_1 = 0 \dots\dots (2.25)$

dimana :

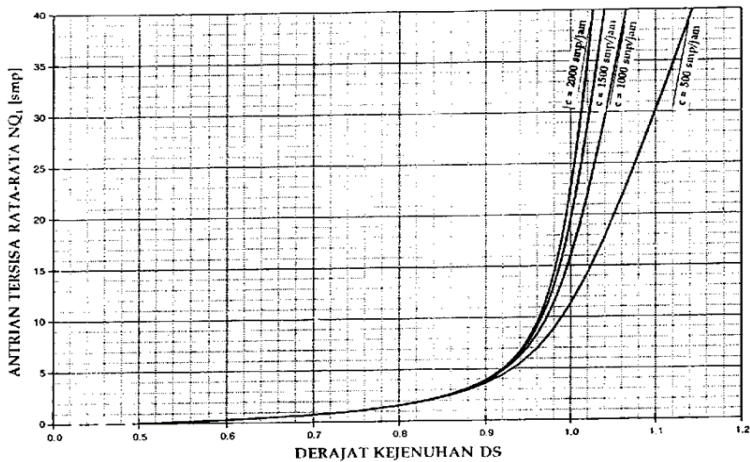
NQ1 : Jumlah smp yang tersisa dari fase hijau

sebelumnya

DS : Derajat kejenuhan

GR : Rasio hijau

C : Kapasitas (smp/jam) = arus jenuh dikalikan
rasio hijau (SxGR)



Gambar 2:7: Jumlah kendaraan antri (smp) yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (NQ_1).

2.2.5.1 Menghitung jumlah antrian smp yang datang selama fase merah (NQ_2)

$$NQ_2 = c \times \frac{1 - GR}{1 - GR \times DS} \times \frac{Q}{3600}$$

dimana:

NQ2 : Jumlah smp yang datang selama fase merah

DS : Derajat kejenuhan

GR : Rasio hijau

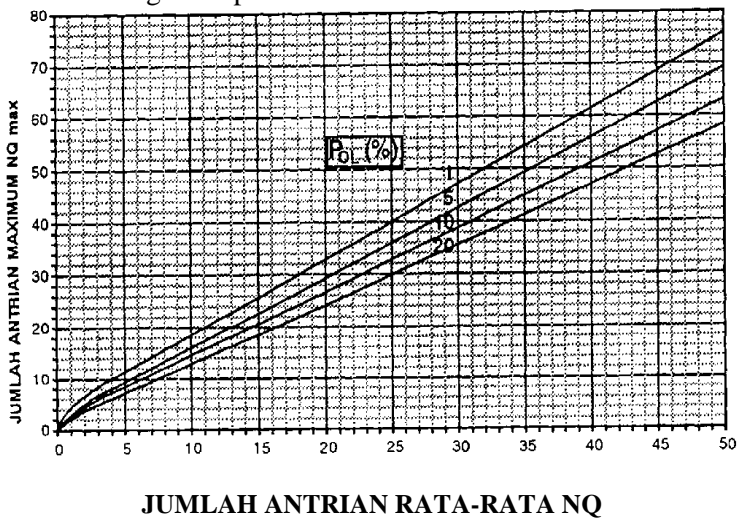
C : Waktu siklus (det)

Qmasuk : Arus lalu-lintas pada tempat masuk di luar LTOR (smp/jam)

2.2.5.3 Jumlah kendaraan antri dan masukkan

$$NQ = NQ1 + NQ2 \dots\dots(2.26)$$

Menyesuaikan NQ dalam hal peluang yang diinginkan untuk terjadinya pembebanan lebih POL (%), dan masukkan hasil nilai NQMAX pada kolom 9. Untuk perancangan dan perencanaan disarankan POL 5%, untuk operasi suatu nilai POL = 5-10% mungkin dapat diterima.



Menghitung panjang antrian (QL) dengan mengalikan NQMAX dengan luas rata-rata yang dipergunakan per smp (20 m²) kemudian bagilah dengan lebar masuknya.

$$QL = (NQ_{\max} \times 20) / W_{\text{masuk}} \dots\dots (2.27)$$

Keterangan :

QL : panjang antrian (m)

NQmax : jumlah antrian yang disesuaikan

20 : asumsi luas rata-rata yang dipergunakan per smp

2.3 Syarat Lebar Minimum Trotoar menurut penggunaan lahan sekitarnya

Penggunaan Lahan Sekitar	Lebar Minimum (m)
Perumahan	1,5
Perkantoran	2,0
Industri	2,0
Sekolah	2,0
Terminal/ Stop bus	2,0
Pertokoan / Perbelanjaan	2,0
Jembatan / Terowongan	1,0

Sumber : Infopublik

2.4 LEVEL OF SERVICE (LOS)

Pada umumnya tujuan dari adanya tingkat pelayanan adalah untuk melayani seluruh kebutuhan lalu lintas (demand) dengan sebaik mungkin. Baiknya pelayanan dapat dinyatakan dalam tingkat pelayanan Level Of Service (LOS). Level of service (LOS) merupakan ukuran kualitas sebagai rangkaian dari beberapa faktor yang mencakup kecepatan kendaraan dan waktu perjalanan, interupsi lalu lintas, kebebasan untuk maneuver, keamanan, kenyamanan mengemudi, dan ongkos operasi (operation cost), sehingga LOS sebagai tolak ukur kualitas suatu kondisi lalu lintas, maka volume pelayanan harus kurang dari kapasitas jalan itu sendiri. LOS yang tinggi didapatkan apabila cycle time-nya pendek, sebab cycle time yang pendek akan menghasilkan delay yang kecil. Dalam klasifikasi pelayanannya LOS dibagi menjadi 6 tingkatan yaitu :

1. Tingkat Pelayanan A
 - a. Arus lalu lintas bebas tanpa hambatan.
 - b. Volume dan kepadatan lalu lintas rendah
 - c. Kecepatan kendaraan ditentukan oleh pengemudi
2. Tingkat Pelayanan B
 - a. Arus lalu lintas stabil
 - b. Kecepatan mulai dipengaruhi oleh keadaan lalu lintas , tetapi tetap dapat dipilih sesuai kehendak pengemudi.
3. Tingkat Pelayanan C
 - a. Arus lalu lintas masih stabil.
 - b. Kecepatan perjalanan dan kebebasan bergerak sudah dipengaruhi oleh besarnya volume lalu lintas sehingga pengemudi tidak dapat lagi memilih kecepatan yang diinginkan.

4. Tingkat Pelayanan D
 - a. Arus lalu lintas mulai memasuki aru tidak stabil.
 - b. Perubahan volume lalu lintas sangat mempengaruhi besarnya kecepatan perjalanan/
5. Tingkat Pelayanan E
 - a. Arus lalu lintas sudah tidak stabil.
 - b. Volume kira-kira sama dengan kapasitas.
 - c. Sering terjadi kemacetan.
6. Tingkat Pelayanan F
 - a. Arus lalu lintas tertahan pada kecepatan rendah.
 - b. Sering terjadi kemacetan total.
 - c. Arus lalu lintas rendah.

Tingkat tundaan dapat digunakan sebagai indikator tingkat pelayanan, baik untuk setiap pendekat maupun seluruh persimpangan. Kaitan antara tingkat pelayanan dan lamanya tundaan adalah sebagai berikut :

Tabel 1.5 Tundaan berhenti pada berbagai Tingkat Pelayanan (LOS)

TINGKAT PELAYANAN	TUNDAAN (DET/SMP)	KETERANGAN
A	< 5	Baik Sekali
B	5,1-15	Baik
C	15,1-25	Sedang
D	25,1-40	Kurang
E	40,1-60	Buruk
F	>60	Buruk Sekali

BAB III

METODOLOGI

3.1 Tujuan Metodologi

Untuk mempermudah pelaksanaan mengerjakan proyek akhir, guna memperoleh pemecahan masalah sesuai dengan maksud dan tujuan.

3.2 Metodologi Yang Digunakan

1. Menyiapkan administrasi
Pekerjaan administrasi meliputi :
 - a. Mengurus surat-surat yang diperlukan, missal : surat pengantar untuk pengambilan data dari Kaprodi Diploma III Teknik Sipil ITS.
 - b. Mencari, mengumpulkan, dan mempelajari segala bentuk kegiatan yang dapat mendukung dalam penyusunan Tugas Akhir.

2. Mengumpulkan Data

Pengumpulan data ini diperoleh dari survey langsung dilapangan dan dari instansi terkait. Data-data yang dimaksudkan adalah : data primer dan data sekunder.

Data primer dan data sekunder yang digunakan adalah :

A. Data Primer

- a. Data Geometrik Lalu Lintas
Data geometrik meliputi dua lebar pendekat, data lebar saluran, data lebar bahu jalan.
- b. Tata Guna Lahan (Land Use), terbagi menjadi 3 lingkungan jalan, yaitu :
 - Komersial (COM)

- Permukiman (RES)
- Akses Terbatas (RA)

c. Data Arus Lalu Lintas

Data arus lalu lintas adalah data arus kendaraan tiap-tiap pendekat yang dibagi dalam 3 arus, yaitu :

- Arus kendaraan lurus (ST)
- Arus kendaraan belok kanan (RT), dan
- Arus kendaraan belok kiri mengikuti traffic light (LT) atau belok kiri langsung (LTOR)

Masing-masing pendekat terdapat berbagai jenis kendaraan yang disurvey, yaitu :

- MC adalah sepeda motor
- LV adalah kendaraan ringan
- HV adalah kendaraan berat, dan
- UM adalah kendaraan non-bermotor

d. Data Kondisi Lingkungan

Data kondisi lingkungan yang dimaksud adalah daerah di sekitar persimpangan dimana kondisi lingkungan ini mempengaruhi tingkat hambatan samping.

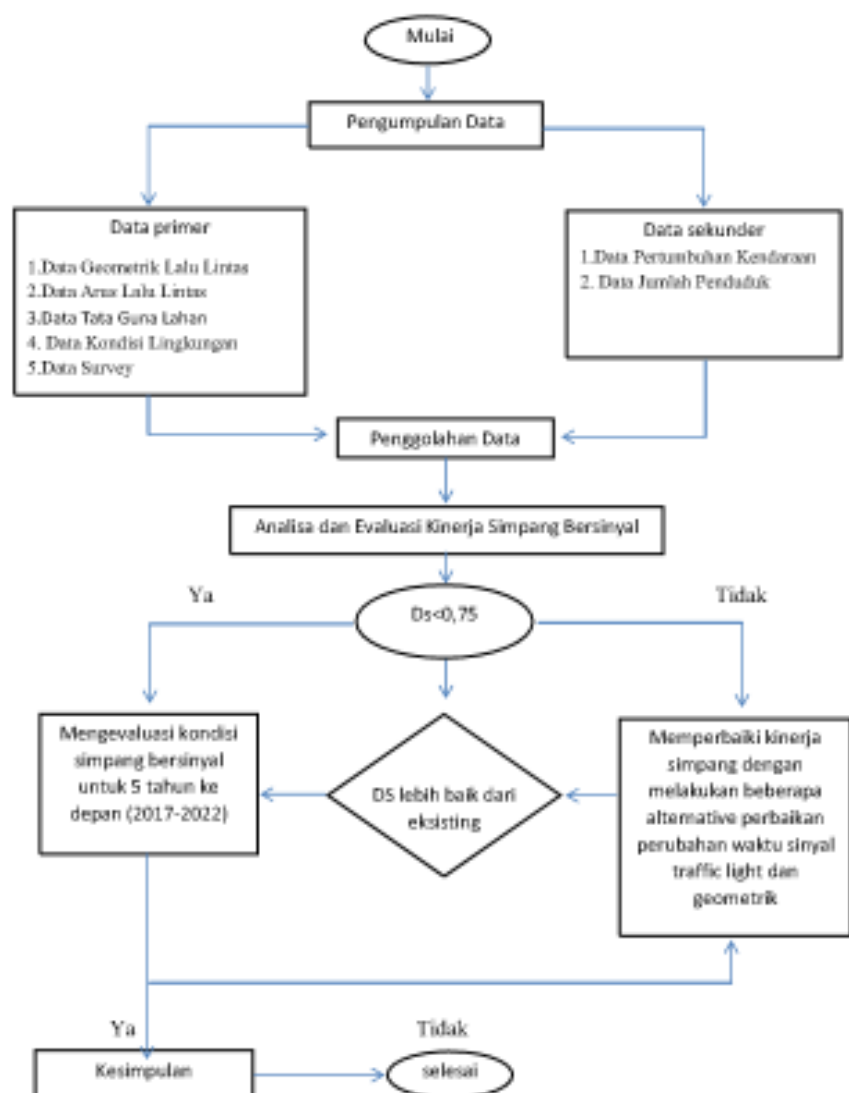
- e. Dalam pengambilan data pimer, perlu diadakan survey yang dilakukan dengan cara :
 - Pada waktu jam puncak mensurvey kendaraan berat, kendaraan ringan, kendaraan bermotor dan kendaraan tak bermotor.
 - Pelaksanaan survey selama 2 hari (hari libur dan hari kerja).
 - Kebutuhan orang dalam survey : ± 20 orang.
 - Untuk bagan metode survey lihat gambar 3.3.

B. Data Sekunder

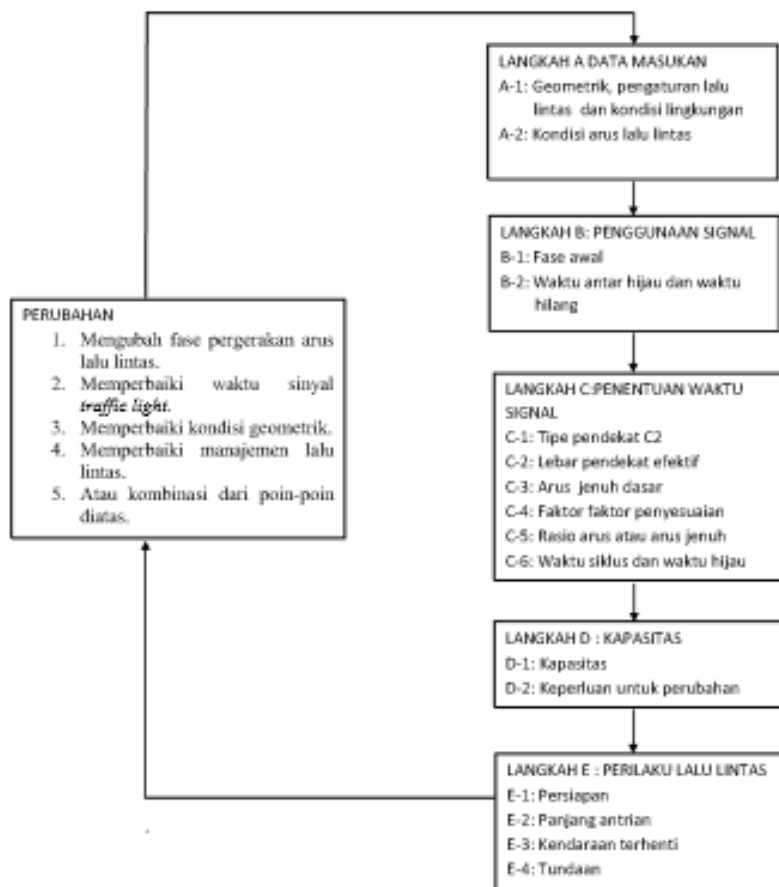
Bersumber dari instansi yang terkait, yaitu BAPPEKO Surabaya dan Dinas Perhubungan Kota Surabaya. Data yang didapat adalah data jumlah pertumbuhan kendaraan, data jumlah penduduk kota dan data land use (tata guna lahan).

3. Berdasarkan data-data yang diperoleh, maka dapat dilakukan perhitungan kapasitas (C), tundaan (D), derajat kejenuhan (DS), maupun faktor perilaku yang berpengaruh terhadap kondisi lalu lintas persimpangan, apakah masih layak atau tidak untuk dipertahankan, untuk prosedur lihat gambar 3.2.

4. Selanjutnya mengevaluasi kinerja simpang dengan melakukan beberapa alternative evaluasi, dengan melakukan :
 - a. Mengevaluasi waktu sinyal Traffic light.
 - b. Mengevaluasi pengaturan lalu lintas.
 - c. Mengevaluasi kondisi geometrik jalan.
 - d. Kombinasi dari dua atau ketiganya.
5. Untuk perencanaan beberapa tahun ke depan, perencanaan dilakukan dengan mengevaluasi waktu sinyal, mengevaluasi pengaturan lalu lintas, mengevaluasi kondisi geometrik jalan dan kombinasi dari dua atau ketiganya.
6. Dengan selesainya analisa persimpangan Jl. Prof. Dr. Mustopo – Jl. Dharmahusada – Jl. Karang Menjangan, maka dapat disimpulkan proses pengerjaan proyek telah selesai. Untuk prosedur perhitungan pada simpang bersinyal, lihat gambar 3.1.

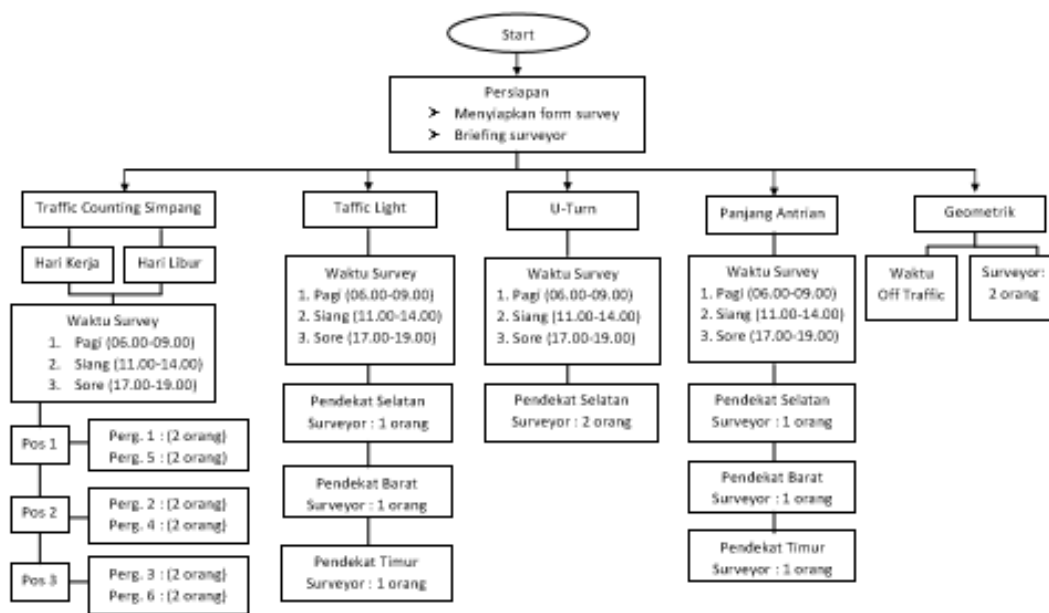


Gambar 3.1 Diagram Alir Perhitungan Tugas Akhir
Sumber : MKJI 1997



Gambar 3.2 Diagram Alir Perhitungan Simpang Bersinyal

Sumber : MKJI 1997



Gambar 3.3 Metode Survey

Sumber : Analisa Penulis

“Halaman Sengaja dikosongkan”

BAB IV

PENGUMPULAN DATA DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan dua cara, yaitu dengan data primer dan data sekunder. Data primer didapat dari pengamatan langsung dilapangan dengan melakukan survey. Survey yang dilakukan adalah survey geometrik, survey volume lalu lintas, kondisi umum dan kondisi lingkungan, sedangkan data sekunder didapat berdasarkan informasi dari pihak terkait dalam hal ini adalah Dinas Perhubungan Surabaya.

4.1.1 Data Jumlah Kendaraan

Pertumbuhan lalu lintas dapat diperhitungkan dengan pertumbuhan jumlah kendaraan. Sebagaimana pertumbuhan lalu lintas itu sebanding dengan pertumbuhan kendaraan. Adapun data jumlah kendaraan jumlah kendaraan yang terdaftar di Surabaya. Lihat tabel 4.1

Tabel 4.1 data jumlah kendaraan di Kota Surabaya

TAHUN	LV	HV	MC
2011	275930	94622	1274660
2012	294780	103445	1402190
2013	311582	109342	1482115
2014	329343	115574	1566595
2015	348115	122162	1655891

Sumber : Dinas Perhubungan Kota Surabaya tahun 2016.

4.1.2 Data Survey Volume Lalu Lintas

Data survey volume lalu lintas dilakukan dua kali yaitu hari kerja dan hari libur, yang sebelumnya telah dilakukan survey pendahuluan selama 3 hari untuk hari kerja (selasa, rabu, kamis) dan 2 hari kerja untuk hari libur (sabtu dan minggu) dan yang terpilih adalah rabu, 15 Maret 2017 (weekday) dan sabtu, 18 Maret 2017 (weekend). Survey dilakukan di simpang bersinyal Jl.Dharmahusada- Jl.Prof.Dr.Mustopo - Jl. Karang Menjangan.

Adapun survey yang dilakukan pada 3 (tiga) waktu puncak simpang bersinyal selama satu hari, yaitu jam puncak pagi (06.00 WIB – 09.00 WIB), puncak siang (11.00 WIB - 14.00 WIB), dan puncak sore (16.00 WIB – 19.00 WIB). Untuk penjelasan mengenai pelaksanaan survey volume lalu lintas simpang bersinyal lihat bab III.

4.1.3 Penjelasan perhitungan jam puncak simpang bersinyal

Perhitungan dimulai dengan merekapitulasi hasil survey counting. Contoh perhitungan untuk jam puncak pagi simpang bersinyal pada titik 1 (Selatan LTOR) hari Rabu, 15 Maret 2017, lihat tabel 4.2.

Tabel 4.2 perhitungan volume kendaraan per jam

WAKTU	VOLUME KENDARAAN/5 MENIT					KENDARAAN/JAM		TOTAL		
	LV	HV	MC	U M		LV	HV	MC	UM	smp/ jam
06.00 – 06.05	14	0	30	0						
06.05 – 06.10	13	0	27	0						
06.10 – 06.15	28	0	37	1						
06.15 – 06.20	20	0	37	2						
06.20 – 06.25	25	0	40	2						
06.25 – 06.30	16	0	52	2						
06.30 – 06.35	22	0	43	2						
06.35 – 06.40	21	0	40	0						
06.40 – 06.45	32	0	62	0						
06.45 – 06.50	36	0	81	0						
06.50 – 06.55	20	0	60	0						
06.55 – 07.00	61	0	113	0		308	0	622	9	432
07.00 – 07.05	19	0	56	1		313	0	648	10	443
07.05 – 07.10	36	0	94	1		336	0	715	11	479
07.10 – 07.15	16	1	34	0		324	1	712	10	468
07.15 – 07.20	22	1	77	3		326	2	752	11	479
07.20 – 07.25	38	0	61	2		339	2	773	11	496
07.25 – 07.30	26	0	40	1		349	2	761	10	504
07.30 – 07.35	54	2	75	2		381	4	793	10	545
07.35 – 07.40	26	0	37	1		386	4	790	11	549

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari hasil survey counting yang memiliki periode waktu per 5 menit selanjutnya dilakukan perhitungan kendaraan per jam, contoh perhitungan untuk rentang waktu 06.00 – 07.00 sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{LV} &= \text{Jumlah LV per 5 menit mulai pukul 06.00 sampai dengan pukul 07.00} \\
 &= 14 + 13 + 28 + 20 + 25 + 16 + 22 + 21 + 32 + 36 + 20 + 61 \\
 &= 308 \text{ kendaraan/jam}
 \end{aligned}$$

Begitupula sama halnya untuk perhitungan volume HV, MC, dan UM. Selanjutnya dilakukan perhitungan volume kendaraan smp per jam.

- Perhitungan volume untuk rentang waktu 06.00 – 07.00

LV	$= 308 \text{ kend/jam}$ $= 308 \times \text{koefisien LV smp per jam}$ $= 308 \times 1$ $= 308 \text{ smp/jam}$
HV	$= 0 \text{ kend/jam}$ $= 0 \times \text{koefisien HV smp per jam}$ $= 0 \times 1,3$ $= 0 \text{ smp/jam}$
MC	$= 622 \text{ kend/jam}$ $= 622 \times \text{koefisien MC smp per jam}$ $= 622 \times 0,2$ $= 124 \text{ smp/jam}$

Begitu pula sama halnya untuk perhitungan volume LV, HV, MC, dan UM dijam berikutnya disesuaikan dengan koefisien smp/jam masing-masing.

Dari hasil perhitungan volume kendaraan smp/jam kemudian dilakukan penjumlahan seluruhnya.

- Perhitungan volume untuk rentang waktu 06.00 – 07.00 sebagai berikut :

Total seluruh kendaraan (smp/jam)	
$= LV + HV + MC + UM$	
$= (308 + 0 + 124 + 0) \text{ smp/jam}$	
$= 432 \text{ smp/jam}$	

Hasil total kendaraan (smp/jam) masing-masing titik survey dari keseluruhan 8 titik survey, counting direkapitulasi sesuai rentang waktu perjam kemudian dijumlahkan, sehingga akan diketahui jam puncak simpang bersinyal perjam.

Lihat tabel 4.3 jam puncak pagi simpang bersinyal pada hari Rabu, 15 Maret 2017 adalah pukul 07.15 – 08.15.

Tabel 4.3 rekapitulasi jam puncak pagi simpang bersinyal

Waktu			Total Kendaraan (SMP/jam) Tiap Pergerakan						Total
			1	2	3	4	5	6	smp/jam
6.00	-	7.00	1247	691	825	538	241	432	3973
6.05	-	7.05	1287	702	887	553	266	443	4137
6.10	-	7.10	1323	711	983	565	281	479	4341
6.15	-	7.15	1341	710	1086	569	279	468	4454
6.20	-	7.20	1346	713	1143	568	287	479	4536
6.25	-	7.25	1356	716	1222	576	287	496	4653
6.30	-	7.30	1324	713	1296	587	300	504	4723
6.35	-	7.35	1327	717	1382	588	305	545	4863
6.40	-	7.40	1349	720	1409	564	317	549	4908
6.45	-	7.45	1358	726	1436	556	319	555	4949
6.50	-	7.50	1371	725	1455	506	314	515	4886
6.55	-	7.55	1382	708	1484	493	322	568	4957
7.00	-	8.00	1364	686	1498	480	339	534	4902
7.05	-	8.05	1388	661	1500	475	333	545	4902
7.10	-	8.10	1406	664	1476	534	357	548	4985
7.15	-	8.15	1407	654	1442	536	371	585	4994
7.20	-	8.20	1438	637	1373	541	367	584	4938
7.25	-	8.25	1452	625	1327	542	375	596	4917
7.30	-	8.30	1439	620	1246	540	380	627	4850
7.35	-	8.35	1436	604	1212	541	367	610	4771
7.40	-	8.40	1388	589	1224	538	353	615	4707
7.45	-	8.45	1381	572	1232	538	355	600	4678
7.50	-	8.50	1332	555	1238	534	367	607	4635
7.55	-	8.55	1321	552	1232	537	360	537	4538
8.00	-	9.00	1298	549	1238	539	343	505	4471

Sumber : Hasil Perhitungan

Setelah diketahui jam puncak pagi simpang bersinyal adalah pukul 07.15 – 08.15, maka volume kendaraan perjam yang digunakan untuk perhitungan selanjutnya adalah volume kendaraan rentang waktu tersebut, lihat tabel 4.4.

Tabel 4.4 rekapitulasi volume kendaraan perjam

Waktu	Kendaraan / 5 menit				Kendaraan / 1jam				Kendaraan / 1jam				Total
	LV	HV	MC	UM	LV	HV	MC	UM	LV	HV	MC	UM	
					Kendaraan / jam				smp / jam				smp / jam
Pagi (06.00-07.00)													
06.00 – 06.05	5	0	31	0									
06.05 – 06.10	5	0	29	0									
06.10 – 06.15	3	0	51	1									
06.15 – 06.20	8	0	59	1									
06.20 – 06.25	5	0	59	1									
06.25 – 06.30	3	0	46	0									
06.30 – 06.35	11	0	56	5									
06.35 – 06.40	16	0	67	2									
06.40 – 06.45	19	0	63	4									
06.45 – 06.50	8	0	58	3									
06.50 – 06.55	16	0	55	1									
06.55 – 07.00	17	0	49	3	116	0	623	21	116	0	125	0	241
07.00 – 07.05	22	0	75	2	133	0	667	23	133	0	133	0	266
07.05 – 07.10	17	0	41	3	145	0	679	26	145	0	136	0	281
07.10 – 07.15	7	0	23	2	149	0	651	27	149	0	130	0	279
07.15 – 07.20	15	0	64	2	156	0	656	28	156	0	131	0	287
07.20 – 07.25	9	0	39	4	160	0	636	31	160	0	127	0	287
07.25 – 07.30	10	0	73	2	167	0	663	33	167	0	133	0	300
07.30 – 07.35	16	0	60	0	172	0	667	28	172	0	133	0	305
07.35 – 07.40	25	0	78	5	181	0	678	31	181	0	136	0	317
07.40 – 07.45	22	0	58	3	184	0	673	30	184	0	135	0	319
07.45 – 07.50	9	0	32	2	185	0	647	29	185	0	129	0	314
07.50 – 07.55	24	0	52	4	193	0	644	32	193	0	129	0	322
07.55 – 08.00	32	0	61	3	208	0	656	32	208	0	131	0	339
08.00 – 08.05	21	0	47	5	207	0	628	35	207	0	126	0	333
08.05 – 08.10	37	0	62	4	227	0	649	36	227	0	130	0	357
08.10 – 08.15	17	0	42	5	237	0	668	39	237	0	134	0	371
08.15 – 08.20	15	0	46	2	237	0	650	39	237	0	130	0	367
08.20 – 08.25	21	0	18	3	249	0	629	38	249	0	126	0	375
08.25 – 08.30	24	0	29	2	263	0	585	38	263	0	117	0	380
08.30 – 08.35	10	0	24	1	257	0	549	39	257	0	110	0	367
08.35 – 08.40	22	0	25	4	254	0	496	38	254	0	99	0	353
08.40 – 08.45	30	0	29	3	262	0	467	38	262	0	93	0	355
08.45 – 08.50	22	0	27	3	275	0	462	39	275	0	92	0	367
08.50 – 08.55	22	0	25	4	273	0	435	39	273	0	87	0	360
08.55 – 09.00	21	0	33	2	262	0	407	38	262	0	81	0	343

Sumber : Hasil Perhitungan

4.1.5 Data Survey Geometrik Simpang

Survey geometrik simpang dilakukan dengan maksud untuk mengetahui ukuran dan bentuk semua material yang ada pada simpang, seperti lebar pendekat, marka jalan, rambu lalu lintas, perletakkan lampu, lebar median, dsb. Adapun dengan mengetahui segala informasi umum simpang tersebut, maka bisa diidentifikasi berbagai permasalahan yang ada, sehingga hasil dari analisa dapat menghasilkan kondisi yang bisa menjadi alternatif perbaikan pada simpang untuk menjadi lebih baik lagi.

4.1.6 Tipe Lingkungan

Pada simpang bersinyal Jl. Dharmahasada – Jl. Prof. Dr. Mustopo – Jl. Karang Menjangan didapat tipe lingkungan sebagai berikut :

- a. Pendekat Selatan (Jl. Karang Menjangan) : Daerah Komersil (COM)
- b. Pendekat Timur (Jl. Dharmahasada) : Daerah Komersil (COM)
- c. Pendekat Barat (Jl. Prof. Dr. Mustopo) : Daerah Komersil (COM)

4.1.7 Hambatan Samping

Pada simpang bersinyal Jl. Dharmahasada – Jl. Prof. Dr. Mustopo – Jl. Karang Menjangan terdapat hambatan samping pada setiap pendekat sebagai berikut :

- a. Pendekat Selatan (Jl. Karang Menjangan) : Rendah
- b. Pendekat Timur (Jl. Dharmahasada) : Sedang
- c. Pendekat Barat (Jl. Prof. Dr. Mustopo) : Tinggi

4.1.8 Median

Pada simpang bersinyal Jl. Dharmahusada – Jl. Prof. Dr. Mustopo – Jl. Karang Menjangan terdapat median pada setiap pendekat sebagai berikut :

- a. Pendekat Selatan (Jl. Karang Menjangan) : Tidak
- b. Pendekat Timur (Jl. Dharmahusada) : Tidak
- c. Pendekat Barat (Jl. Prof. Dr. Mustopo) : Tidak

4.1.9 Belok Kiri Langsung

Pada simpang bersinyal Jl. Dharmahusada - Jl. Prof. Dr. Mustopo - Jl. Karang Menjangan terdapat LTOR pada setiap pendekat sebagai berikut :

- a. Pendekat Selatan (Jl. Karang Menjangan) : Ada
- b. Pendekat Timur (Jl. Dharmahusada) : Ada
- c. Pendekat Barat (Jl. Prof. Dr. Mustopo) : Tidak

4.1.10 Lebar Pendekat (WA), Lebar Masuk (WMasuk), Lebar Keluar (WKeluar), Lebar LTOR (WLTOR).

Sesuai dengan denah geometrik persimpangan dijelaskan lebar pendekat, lebar masuk, lebar keluar, dan lebar LTOR Jl. Dharmahusada – Jl. Prof. Dr. Mustopo – Jl. Karang Menjangan yang merupakan simpang tiga lengan sebagai berikut :

- a. Pendekat Selatan – LTOR (Jl. Karang Menjangan)
 - Lebar Pendekat (WA) : 7,3 m
 - Lebar Masuk (Wmasuk) : 7,3 m
 - Lebar Keluar (Wkeluar) : 8,5 m
 - Lebar LTOR : 7,3 m
 - Median : Tidak Ada

- | | |
|---------|---------|
| Trotoar | : 3,1 m |
|---------|---------|
- b. Pendekat Selatan – RT (Jl. Karang Menjangan)
- | | |
|------------------------|-------------|
| Lebar Pendekat (WA) | : 6,8 m |
| Lebar Masuk (Wmasuk) | : 6,8 m |
| Lebar Keluar (Wkeluar) | : 8,2 m |
| Lebar LTOR | : Tidak Ada |
| Median | : Tidak Ada |
| Trotoar | : 2,5m |
- c. Pendekat Timur – LTOR (Jl. Dharmahusada)
- | | |
|------------------------|-------------|
| Lebar Pendekat (WA) | : 10.3 m |
| Lebar Masuk (Wmasuk) | : 10,3 m |
| Lebar Keluar (Wkeluar) | : 9.7 m |
| Lebar LTOR | : 10.3 m |
| Median | : Tidak Ada |
| Trotoar | : Tidak Ada |
- d. Pendekat Timur – ST (Jl. Dharmahusada)
- | | |
|------------------------|-------------|
| Lebar Pendekat (WA) | : 7,4 m |
| Lebar Masuk (Wmasuk) | : 7.4 m |
| Lebar Keluar (Wkeluar) | : 8.5 m |
| Lebar LTOR | : Tidak Ada |
| Median | : Tidak Ada |
| Trotoar | : Tidak Ada |
- e. Pendekat Barat – RT (Jl. Prof. Dr. Mustopo)
- | | |
|------------------------|-------------|
| Lebar Pendekat (WA) | : 6,1 m |
| Lebar Masuk (WMasuk) | : 6.1 m |
| Lebar Keluar (Wkeluar) | : 9.7 m |
| Lebar LTOR | : Tidak Ada |
| Median | : 0.5 m |
| Trotoar | : 2.5 m |

f. Pendekat Barat – ST (Jl. Prof. Dr. Mustopo)

Lebar Pendekat (WA)	: 6,2 m
Lebar Masuk (Wmasuk)	: 6,2 m
Lebar Keluar (Wkeluar)	: 8,2 m
Lebar LTOR	: Tidak Ada
Median	: 0,5 m
Trotoar	: 2,5 m

4.2 Analisa Pertumbuhan Lalu Lintas

4.2.1 Data Jumlah Kendaraan Terdaftar di Surabaya

Prediksi pertumbuhan regional mengenai transportasi pada masa yang akan datang sangatlah penting. Maka dari itu, pertumbuhan lalu lintas dapat diestimasi dengan penambahan jumlah kendaraan. Karena pertumbuhan lalu lintas dianggap sebanding dengan pertumbuhan kendaraan. Data jumlah kendaraan terdaftar di Surabaya tercatat dalam tabel 4.1 dibawah ini:

Tabel 4.5 Data Jumlah Kendaraan Terdaftar di Surabaya

TAHUN	Kendaraan Penumpang (LV)	Truk (HV)	Sepeda Motor (MC)
2011	275930	94622	1274660
2012	294780	103445	1402190
2013	311582	109342	1482115
2014	329343	115574	1566595
2015	348115	122162	1655891

Sumber: Badan Pusat Statistika Surabaya 2016

Prediksi terhadap tingkat pertumbuhan kapasitas kendaraan dilakukan dengan dua cara, yaitu:

1. Metode regresi
2. Menggunakan asumsi pertumbuhan kendaraan per tahun.

Data jumlah kendaraan terdaftar seperti di atas, merupakan data sekunder yang digunakan untuk mencari nilai presentase pertumbuhan kendaraan setiap tahunnya. Selanjutnya hasil presentase tersebut akan dikalikan dengan volume kendaraan dari survey dilapangan yang merupakan data primer.

4.2.2 Pengelolaan Data Jumlah Kendaraan

Dalam memprediksi jumlah kendaraan yang tiap tahunnya diprediksi akan bertambah digunakanlah metode Analisa Regresi. Penggunaan teori regresi untuk menentukan jumlah kendaraan dibutuhkan minimal 3 tahun terakhir data volume kendaraan. Pada tugas akhir ini, data yang diperoleh merupakan data selama 5 tahun terakhir, yaitu sejak tahun 2011- 2016.

Bentuk umum dari persamaan regresi linier untuk mendapatkan data pertumbuhan kendaraan tiap tahunnya dapat dituliskan sebagai berikut:

$$y' = a + bx$$

$$a = \frac{(\Sigma y)(\Sigma x^2) - (\Sigma x)(\Sigma xy)}{n * \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}$$

$$b = \frac{n * \Sigma xy - (\Sigma x)(\Sigma y)}{n * \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}$$

$$r = \frac{n * \Sigma xy - (\Sigma x * \Sigma y)}{\sqrt{((n * \Sigma x^2) - (\Sigma x)^2) * (n * \Sigma y^2) - (\Sigma y)^2}}$$

Sumber: Sudjana, Prof. Dr. MA, Msc. 2005. Metode Statistika

Tarsito: Bandung

Dimana:

y' = Persamaan yang dihasilkan (nilai yang diprediksikan)

x = Tahun yang dicari

a = Konstanta (nilai Y' apabila X=0)

b = Koefisien regresi (nilai peningkatan jika bernilai positif ataupun penurunan jika bernilai negatif)

Nilai r yang didapatkan nantinya, antara (-1) hingga 1. Apabila didapatkan nilai r = 1 atau r = -1 maka hubungan antara x dan y sangat kuat, atau dapat menggunakan persamaan seperti di atas. Sedangkan apabila nilai r = 0, maka persamaan tersebut tidak layak.

Selanjutnya, untuk menganalisa regresi jumlah kendaraan bermotor dapat menggunakan program bantuan

microsoft excel. Setelah itu didapatkan model atau persamaan untuk analisa regresi dapat dituliskan sebagai berikut:

$$y = a + bx$$

Dimana:

a,b = Koefisien regresi

y = Jumlah kendaraan pada tahun ke-n

x = Tahun

Dari persamaan yang didapatkan maka bisa digunakan untuk memprediksi jumlah pertumbuhan kendaraan bermotor dalam sepuluh tahun kedepan

4.2.3 Analisa Pertumbuhan Kendaraan

1. Pertumbuhan Mobil (LV)

Pertumbuhan Mobil dapat dilihat dalam tabel 4.2 dibawah ini:

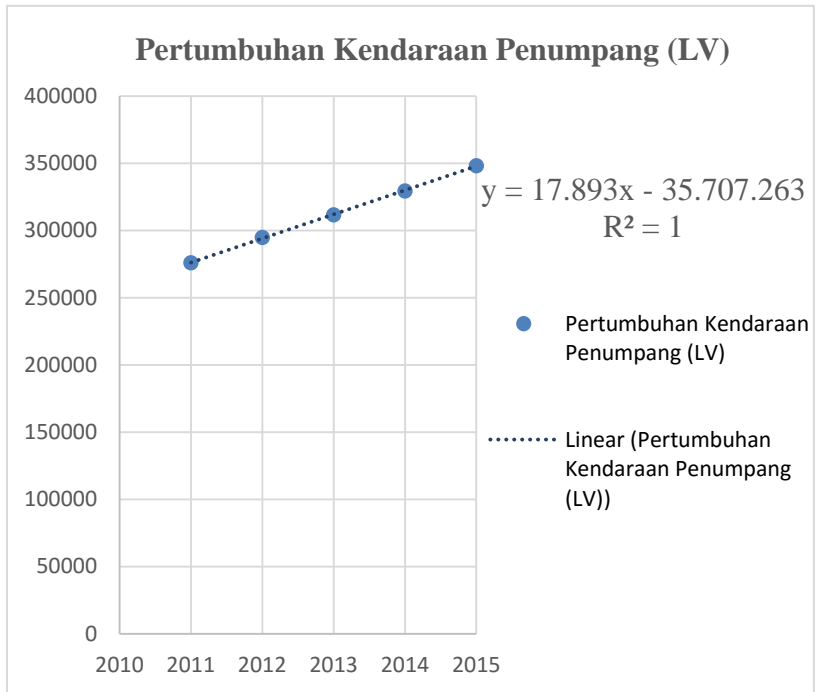
Tabel 4.6 Data Jumlah Kendaraan Terdaftar di Surabaya

TAHUN	Kendaraan Penumpang (LV)
2011	275930
2012	294780
2013	311582
2014	329343
2015	348115

Sumber: Badan Pusat Statistika Surabaya 2016

Untuk analisa regresi dapat dilihat pada Grafik 4.1, sebagai berikut:

Grafik 4.1 Regresi Pertumbuhan Kendaraan Penumpang (LV)



Sumber: Hasil Analisa

Berdasarkan Analisa Regresi jumlah kendaraan penumpang diperoleh persamaan:

$$y = 17893x - 35707263$$

$$R^2 = 1$$

- a. Langkah-langkah perhitungan regresi pertumbuhan kendaraan penumpang (LV).

Nilai (y) tahun 2016, untuk nilai:

$$x = 2016$$

$$y = 17893x - 35707263$$

$$y = 17893(2016) - 35707263$$

$$y = 365025$$

Hasil perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 4.3

- b. Langkah-langkah perhitungan faktor pertumbuhan kendaraan penumpang (LV).

$$i = \frac{y_2 - y_1}{y_1} \times 100\%$$

Dimana :

I = Kenaikan kendaraan dalam intensitas 1 Tahun

y_1 = Jumlah kendaraan per tahun pertama

y_2 = jumlah kendaraan pada tahun kedua

Nilai i tahun 2016

$$i = \frac{y_2 - y_1}{y_1} \times 100\%$$

$$i = \frac{365025 - 348115}{348115} \times 100\%$$

$$i = 4,86 \%$$

Hasil perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada tabel 4.7

Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Regresi dan Faktor Pertumbuhan
Kendaraan Penumpang (LV)

TAHUN	Kendaraan Penumpang (LV)	i (%)
2011	275930	
2012	294780	6,83144
2013	311582	5,69984
2014	329343	5,70027
2015	348115	5,69983
2016	365025	4,85759
2017	382918	4,90186
2018	400811	4,6728
2019	418704	4,4642
2020	436597	4,27342
2021	454490	4,09829
2022	472383	3,93694
2023	490276	3,78782
2024	508169	3,64958

Sumber : Hasil Analisa

2. Pertumbuhan Truk (HV)

Pertumbuhan Truk dapat dilihat dalam tabel 4.4 dibawah ini:

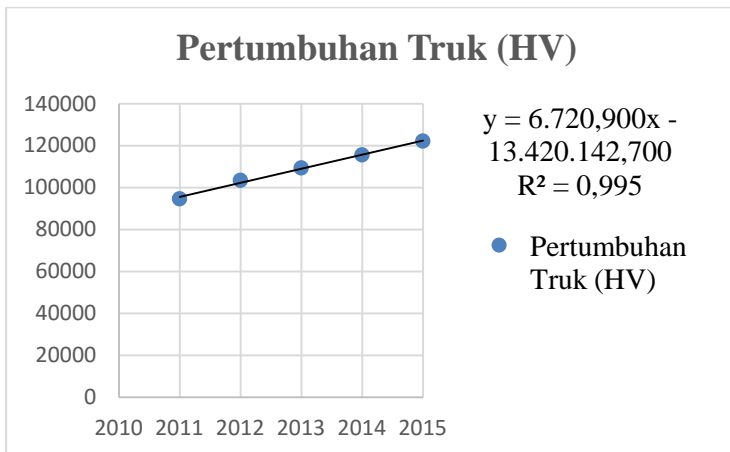
Tabel 4.8 Data Jumlah Kendaraan Terdaftar di Surabaya

TAHUN	Truk (HV)
2011	94622
2012	103445
2013	109342
2014	115574
2015	122162

Sumber: Badan Pusat Statistika Surabaya 2016

Untuk analisa regresi dapat dilihat pada Grafik 4.2, sebagai berikut:

Grafik 4.2 Regresi Pertumbuhan Truk (HV)



Sumber: Hasil Analisa

Berdasarkan Analisa Regresi jumlah kendaraan penumpang diperoleh persamaan:

$$y = 6790,9x - 13420142,7$$

$$R^2 = 0,995$$

- a. Langkah-langkah perhitungan regresi pertumbuhan Truk (HV).

Nilai (y) tahun 2016, untuk nilai:

$$x = 2016$$

$$y = 6790,9x - 13420142,7$$

$$y = 6790,9(2016) - 13420142,7$$

$$y = 129191,4$$

Hasil perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 4.5

- b. Langkah-langkah perhitungan faktor pertumbuhan kendaraan Truk (HV).

$$i = \frac{y_2 - y_1}{y_1} \times 100\%$$

Dimana :

i = Kenaikan kendaraan dalam intensitas 1 Tahun

y_1 = Jumlah kendaraan per tahun pertama

y_2 = jumlah kendaraan pada tahun kedua

Nilai i tahun 2016

$$i = \frac{y_2 - y_1}{y_1} \times 100\%$$

$$i = \frac{129191,4 - 122162}{122162} \times 100\%$$

$$i = 5,75 \%$$

Hasil perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada tabel 4.5

Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Regresi dan Faktor Pertumbuhan Kendaraan Truk (HV)

TAHUN	Kendaraan Truk (HV)	i (%)
2011	94622	
2012	103445	9,32447
2013	109342	5,70061
2014	115574	5,69955
2015	122162	5,70024
2016	129191,4	5,75416
2017	135912,3	5,20228
2018	142633,2	4,94503
2019	149354,1	4,71202
2020	156075	4,49998
2021	162795,9	4,3062
2022	169516,8	4,12842
2023	176237,7	3,96474
2024	182958,6	3,81354

Sumber : Hasil Analisa

3. Pertumbuhan Sepeda Motor (MC)

Pertumbuhan Sepeda Motor dapat dilihat dalam tabel 4.6 dibawah ini:

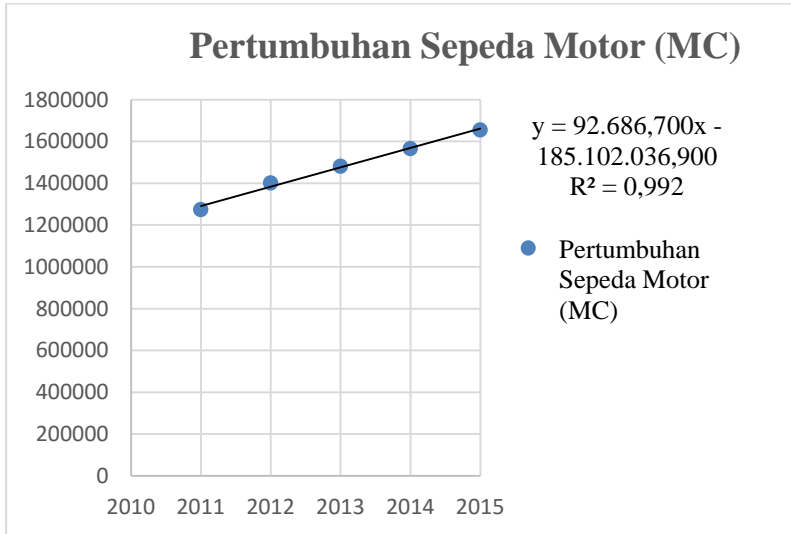
Tabel 4.10 Data Jumlah Kendaraan Terdaftar di Surabaya

TAHUN	Sepeda Motor (MC)
2011	1274660
2012	1402190
2013	1482115
2014	1566595
2015	1655891

Sumber: Badan Pusat Statistika Surabaya 2016

Untuk analisa regresi dapat dilihat pada Grafik 4.3, sebagai berikut:

Grafik 4.3 Regresi Pertumbuhan Sepeda Motor (MC)



Sumber: Hasil Analisa

Berdasarkan Analisa Regresi jumlah kendaraan penumpang diperoleh persamaan:

$$y = 92686,7x - 185102036,9$$

$$R^2 = 0,992$$

- c. Langkah-langkah perhitungan regresi pertumbuhan Sepeda Motor (MC).

Nilai (y) tahun 2016, untuk nilai:

$$x = 2016$$

$$y = 92686,7x - 185102036,9$$

$$y = 92686,7(2016) - 185102036,9$$

$$y = 1754955$$

Hasil perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 4.7

- d. Langkah-langkah perhitungan faktor pertumbuhan Sepeda Motor (HV).

$$i = \frac{y_2 - y_1}{y_1} \times 100\%$$

Dimana :

I = Kenaikan kendaraan dalam intensitas 1 Tahun

y_1 = Jumlah kendaraan per tahun pertama

y_2 = jumlah kendaraan pada tahun kedua

Nilai i tahun 2016

$$i = \frac{y_2 - y_1}{y_1} \times 100\%$$

$$i = \frac{1754955 - 1655891}{1655891} \times 100\%$$

$$i = 5,98 \%$$

Hasil perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada tabel 4.7

Tabel 4.11 Hasil Perhitungan Regresi dan Faktor Pertumbuhan Sepeda Motor (MC)

TAHUN	Sepeda Motor (MC)	i (%)
2011	1274660	
2012	1402190	10,005
2013	1482115	5,70001
2014	1566595	5,69996
2015	1655891	5,70001
2016	1754955	5,98252
2017	1847642	5,28145

2018	1940329	5,0165
2019	2033016	4,77687
2020	2125703	4,55909
2021	2218390	4,3603
2022	2311077	4,17812
2023	2403764	4,01055
2024	2496451	3,85591

Sumber : Hasil Analisa

BAB V

ANALISA SIMPANG BERSINYAL DAN KONDISI EKSISTING

5.1 Umum

Simpang bersinyal Jl. Dharmahusada – Jl. Prof. Dr. Mustopo – Jl. Karang Menjangan merupakan salah satu simpang bersinyal di wilayah Surabaya yang memiliki tingkat kepadatan yang cukup tinggi pada jam puncak tertentu (pagi, siang, sore). Kondisi ini akan meningkat seiring dengan berjalannya waktu dan ditambah lagi dengan adanya penyempitan ruas di jalan Prof. Dr. Mustopo yang mempengaruhi kinerja simpang, sehingga perlu diadakannya evaluasi kinerja simpang agar bisa berjalan dengan optimal.

5.2 Kondisi Eksisting Persimpangan

Persimpangan Jl. Dharmahusada – Jl. Prof. Dr. Mustopo – Jl. Karang Menjangan pada saat ini dikategorikan sebagai daerah komersial, dimana banyak terdapat permukiman dan fasilitas umum. Pengaturan jalan saat ini memang telah diatur menggunakan lampu sinyal. Namun, kapasitas jalan pada persimpangan tersebut kurang memadai sehingga menimbulkan kemacetan pada jam tertentu. Dengan berkembangnya dan bertambahnya angka kendaraan di Surabaya khususnya disekitar simpang tersebut menyebabkan tingginya kepadatan lalu lintas. Hal tersebut diperkirakan akan terus bertambah seiring berjalannya waktu. Sehingga, dengan adanya evaluasi kinerja simpang ini diharapkan dapat memberikan kelancaran, keamanan dan kemudahan bagi pengguna jalan.

5.3 Kondisi Geometrik Persimpangan

Kondisi awal daerah simpang perlu diketahui dengan bertujuan untuk mengidentifikasi permasalahan yang ada sehingga dalam melakukan suatu analisa dapat menghasilkan kondisi yang nantinya bermanfaat untuk daerah tersebut baik untuk saat ini maupun untuk waktu yang akan datang. Data masukan kondisi geometrik dan pengaturan lalu lintas dari masing-masing pendekat disesuaikan dengan data primer survey lapangan sebagai berikut :

5.3.1 Tipe Lingkungan

Pada simpang bersinyal Jl. Dharmahusada – Jl. Prof. Dr. Mustopo – Jl. Karang Menjangan didapat tipe lingkungan sebagai berikut :

- a. Pendekat Selatan (Jl. Karang Menjangan) : Daerah Komersil (COM)
- b. Pendekat Timur (Jl. Dharmahusada) : Daerah Komersil (COM)
- c. Pendekat Barat (Jl. Prof. Dr. Mustopo) : Daerah Komersil (COM)

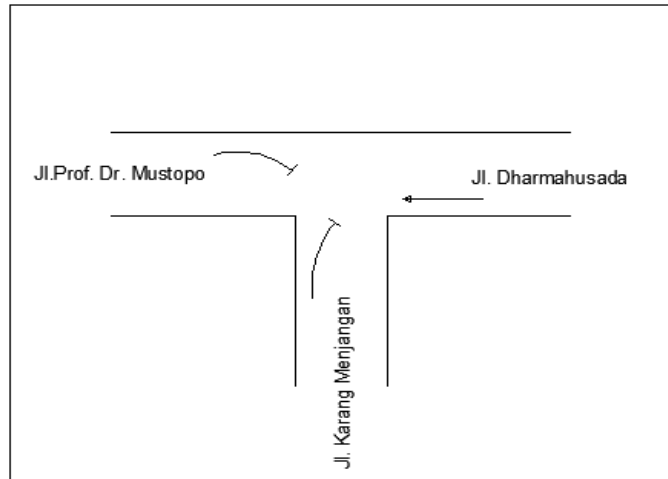
5.3.2 Hambatan Samping

Pada simpang bersinyal Jl. Dharmahusada – Jl. Prof. Dr. Mustopo – Jl. Karang Menjangan terdapat hambatan samping pada setiap pendekat sebagai berikut :

- a. Pendekat Selatan (Jl. Karang Menjangan) : Rendah
- b. Pendekat Timur (Jl. Dharmahusada) : Sedang
- c. Pendekat Barat (Jl. Prof. Dr. Mustopo) : Tinggi

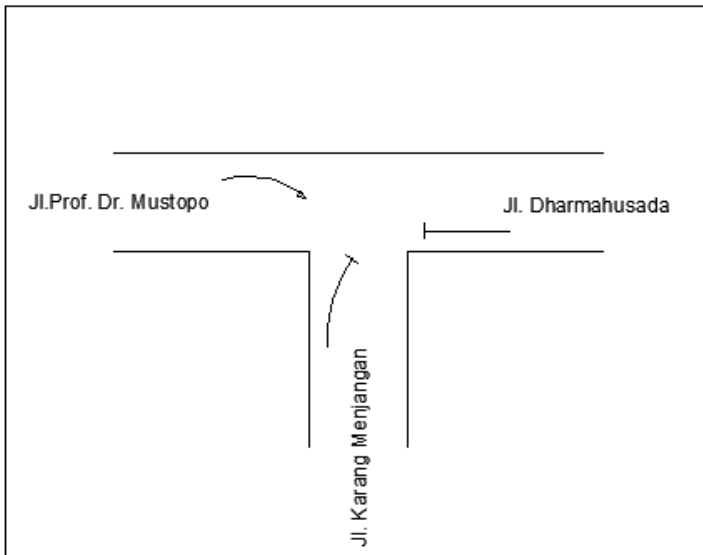
5.2.1 Pembagian Fase

Pada simpang bersinyal Jl. Dharmahusada – Jl. Prof. Dr. Mustopo – Jl. Karang Menjangan menggunakan 3 fase yaitu :



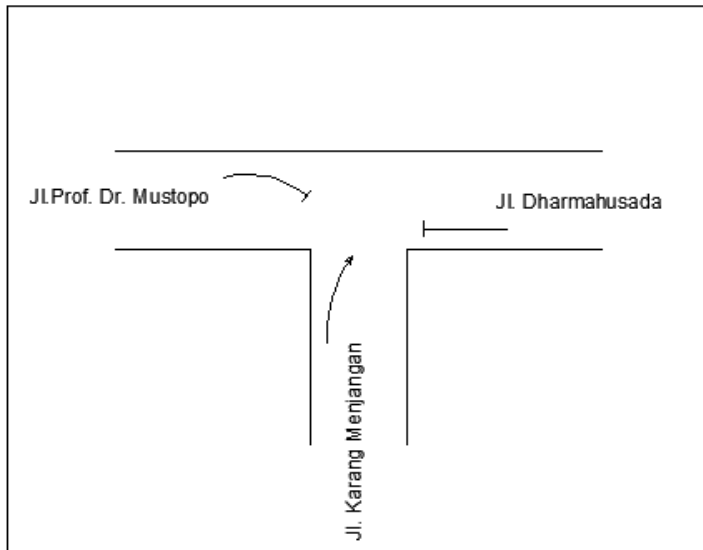
Gambar 5.3 Pergerakan Fase 1

- Fase 1
 1. Lampu Hijau menyala pada pendekat Timur pada ruas Jl. Dharmahusada arus ST ke arah Jl. Prof. Dr. Mustopo dan LTOR bergerak menerus.
 2. Lampu Merah menyala pada pendekat Barat pada ruas Jl. Prof. Dr. Mustopo arus RT berhenti, sedangkan arus ST bergerak menerus.
 3. Lampu Merah menyala pada pendekat Selatan pada ruas Jl. Karang Menjangan arus RT berhenti, sedangkan LTOR bergerak menerus.



Gambar 5.3 Pergerakan Fase 2

- Fase 2
 1. Lampu Hijau menyala pada pendekat Barat pada ruas Jl. Prof. Dr. Mustopo arus RT kearah Jl. Karang menjangan dan ST kearah Jl. Dharmahusada.
 2. Lampu Merah menyala pada pendekat Timur pada ruas Jl. Dharmahusada arus ST berhenti, sedangkan LTOR bergerak menerus.
 3. Lampu Merah menyala pada pendekat Selatan pada ruas Jl. Karang Menjangan arus RT berhenti, sedangkan LTOR bergerak menerus.



Gambar 5.4 Pergerakan Fase 3

- Fase 3
 1. Lampu Hijau menyala pada pendekat Selatan pada ruas Jl. Karang Menjangan arus RT kearah Jl. Dharmahusada, dan LTOR bergerak menerus.
 2. Lampu Merah menyala pada pendekat Barat pada ruas Jl. Prof. Dr. Mustopo arus RT berhenti dan arus ST kearah Jl. Dharmahusada bergerak menerus.
 3. Lampu Merah menyala pada pendekat Timur ruas Jl. Dharmahusada arus ST berhenti dan LTOR bergerak menerus.

5.3.3 Median

Pada simpang bersinyal Jl. Dharmahusada – Jl. Prof. Dr. Mustopo – Jl. Karang Menjangan terdapat median pada setiap pendekat sebagai berikut :

- a. Pendekat Selatan (Jl. Karang Menjangan) : Tidak
- b. Pendekat Timur (Jl. Dharmahusada) : Tidak
- c. Pendekat Barat (Jl. Prof. Dr. Mustopo) : Tidak

5.3.4 Belok Kiri Langsung

Pada simpang bersinyal Jl. Dharmahusada - Jl. Prof. Dr. Mustopo - Jl. Karang Menjangan terdapat LTOR pada setiap pendekat sebagai berikut :

- a) Pendekat Selatan (Jl. Karang Menjangan) : Ada
- b) Pendekat Timur (Jl. Dharmahusada) : Ada
- c) Pendekat Barat (Jl. Prof. Dr. Mustopo) : Tidak

5.3.5 Lebar Pendekat (WA), Lebar Masuk (WMasuk), Lebar Keluar (WKeluar), Lebar LTOR (WLTOR).

Sesuai dengan denah geometrik persimpangan dijelaskan lebar pendekat, lebar masuk, lebar keluar, dan lebar LTOR Jl. Dharmahusada – Jl. Prof. Dr. Mustopo – Jl. Karang Menjangan yang merupakan simpang tiga lengan sebagai berikut :

- a. Pendekat Selatan – LTOR (Jl. Karang Menjangan)
 - Lebar Pendekat (WA) : 7,3 m
 - Lebar Masuk (Wmasuk) : 7,3 m
 - Lebar Keluar (Wkeluar) : 8,5 m
 - Lebar LTOR : 7,3 m
 - Median : Tidak Ada
 - Trotoar : 3,1 m

b. Pendekat Selatan – RT (Jl. Karang Menjangan)

Lebar Pendekat (WA)	: 6,8 m
Lebar Masuk (Wmasuk)	: 6,8 m
Lebar Keluar (Wkeluar)	: 8,2 m
Lebar LTOR	: Tidak Ada
Median	: Tidak Ada
Trotoar	: 2,5m

c. Pendekat Timur – LTOR (Jl. Dharmahusada)

Lebar Pendekat (WA)	: 10.3 m
Lebar Masuk (Wmasuk)	: 10,3 m
Lebar Keluar (Wkeluar)	: 9.7 m
Lebar LTOR	: 10.3 m
Median	: Tidak Ada
Trotoar	: Tidak Ada

d. Pendekat Timur – ST (Jl. Dharmahusada)

Lebar Pendekat (WA)	: 7,4 m
Lebar Masuk (Wmasuk)	: 7.4 m
Lebar Keluar (Wkeluar)	: 8.5 m
Lebar LTOR	: Tidak Ada
Median	: Tidak Ada
Trotoar	: Tidak Ada

e. Pendekat Barat – RT (Jl. Prof. Dr. Mustopo)

Lebar Pendekat (WA)	: 6,1 m
Lebar Masuk (WMasuk)	: 6.1 m
Lebar Keluar (Wkeluar)	: 9.7 m
Lebar LTOR	: Tidak Ada
Median	: 0.5 m
Trotoar	: 2.5 m

f. Pendekat Barat – ST (Jl. Prof. Dr. Mustopo)

Lebar Pendekat (WA)	: 6,2 m
Lebar Masuk (Wmasuk)	: 6,2 m

Lebar Keluar (Wkeluar)	: 8,2 m
Lebar LTOR	: Tidak Ada
Median	: 0,5 m
Trotoar	: 2,5 m

5.4 Perhitungan Kinerja Simpang Bersinyal Jl. Dharmahasada – Jl. Prof. Dr. Mustopo – Jl. Karang Menjangan

Formulir SIG I

Data masukan kondisi geometrik dan pengaturan lalu lintas dari masing-masing pendekatan disesuaikan dengan data primer survey lapangan.

1) Tipe Lingkungan

Dilihat dari peta tata guna lahan Bappeko pada daerah persimpangan Jl. Dharmahasada – Jl. Prof. Dr. Mustopo – Jl. Karang Menjangan merupakan daerah Komersial (COM) karena kawasan tersebut terdapat berbagai macam pertokoan, taman, dan perumahan.

2) Hambatan Samping

Persimpangan Jl. Dharmahasada – Jl. Prof. Dr. Mustopo – Jl. Karang Menjangan mempunyai hambatan samping yang dikategorikan sedang karena daerah tersebut merupakan permukiman dan trotoar yang sudah diberi rambu dilarang parkir, namun masih ada kendaraan yang berhenti atau parkir disekitar simpang yang mengganggu kondisi lalu lintas.

3) Median

Berdasarkan hasil gambar geometrik data primer pada persimpangan Jl. Dharmahasada – Jl. Prof. Dr. Mustopo – Jl. Karang Menjangan terdapat median pada pendekatan Barat (Jl. Prof. Dr. Mustopo) dan Selatan (Jl. Karang Menjangan).

4) Belok Kiri Langsung

Semua pendekat persimpangan Jl. Dharmahasada – Jl. Prof. Dr. Mustopo – Jl. Karang Menjangan diperbolehkan belok kiri langsung kecuali pendekat Barat (Jl. Prof. Dr. Mustopo) karena hanya ada pergerakan Lurus dan Belok Kanan.

5) Lebar Pendekat, Lebar Masuk, dan Lebar Keluar

Sesuai dengan denah geometrik persimpangan dijelaskan lebar pendekat, lebar masuk, lebar keluar, dan lebar LTOR Jl. Dharmahasada – Jl. Prof. Dr. Mustopo – Jl. Karang Menjangan yang merupakan simpang tiga lengan sebagai berikut :

Pendekat Selatan – LTOR (Jl. Karang Menjangan)

Lebar Pendekat (WA) : 7,3 m

Lebar Masuk (Wmasuk): 7,3 m

Lebar Keluar (Wkeluar) : 8,5 m

Lebar LTOR : 7,3 m

Pendekat Selatan – RT (Jl. Karang Menjangan)

Lebar Pendekat (WA) : 9,8 m

Lebar Masuk (Wmasuk): 6,8 m

Lebar Keluar (Wkeluar) : 8,2 m

Lebar LTOR : Tidak Ada

Pendekat Timur – LTOR (Jl. Dharmahasada)

Lebar Pendekat (WA) : 10.3 m

Lebar Masuk (Wmasuk): 10,3 m

Lebar Keluar (Wkeluar) : 9.7 m

Lebar LTOR : 10.3 m

Pendekat Timur – ST (Jl. Dharmahasada)

Lebar Pendekat (WA) : 7,4 m

Lebar Masuk (Wmasuk): 7.4 m

Lebar Keluar (Wkeluar) : 8.5 m

Lebar LTOR : Tidak Ada

Pendekat Barat – RT (Jl. Prof. Dr. Mustopo)

Lebar Pendekat (WA) : 6,1 m

Lebar Masuk (WMasuk): 6,1 m

Lebar Keluar (Wkeluar) : 9,7 m

Lebar LTOR : Tidak Ada

Pendekat Barat – ST (Jl. Prof. Dr. Mustopo)

Lebar Pendekat (WA) : 6,2 m

Lebar Masuk (Wmasuk): 6,2 m

Lebar Keluar (Wkeluar) : 8,2 m

Lebar LTOR : Tidak Ada

6) Tipe Fase

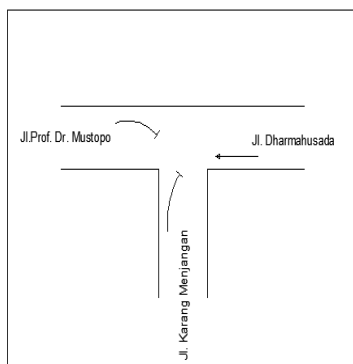
Nilai normal waktu antar hijau yang digunakan sesuai lebar jalan rata-rata dalam melakukan perencanaan simpang yaitu seperti yang dijelaskan pada tabel 5.1 berikut ini :

Tabel 5.1 Nilai Normal Waktu Siklus

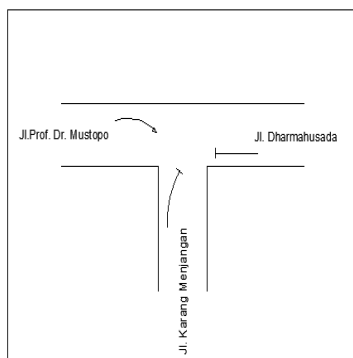
Ukuran Simpang	Lebar Jalan Rata - Rata	Nilai Normal Waktu antar hijau
Kecil	6 – 9 m	4 detik / fase
Sedang	10 – 14 m	5 detik / fase
Besar	≥ 15 m	≥ 6 detik / fase

Sumber : MKJI, 1997 hal 2-43

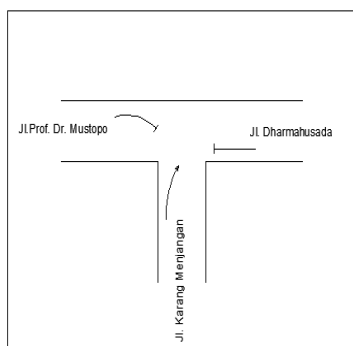
Pada persimpangan Jl. Dharmahusada – Jl. Prof. Dr. Mustopo – Jl. Karang Menjangan menggunakan 3 (tiga) fase yang akan diuraikan sebagai berikut :



Fase 1



Fase 2



Fase 3

Formulir SIG II

5.4.1 Arus Lalu Lintas Kendaraan Bermotor

Data – data tentang arus lalu lintas pada jam puncak yang diperoleh berdasarkan hasil survey dikonversikan ke dalam satuan mobil penumpang (smp). Nilai faktor ekivalen penumpang (emp) untuk mengkonversikan adalah tergantung dari jenis kendaraan dan jenis arusnya.

(berdasarkan tabel nilai – nilai koefisien smp).

Tabel 5.2 Nilai Koefisien smp

Tipe Kendaraan	Emp	
	Pendekat Terlindung	Pendekat Terlawan
LV	1,0	1,0
HV	1,3	1,3
MC	0,2	0,4

Sumber : MKJI 1997

Puncak Sore**a. Kendaraan Ringan (LV)****Tabel 5.3** Perhitungan Arus Kendaraan Ringan (LV)

Kode Pendekat	Arah			
		Kendaraan Ringan (LV)		
		emp terlindung = 1,0		
		emp terlawan = 1,0		
		Kend/jam	smp/jam	
			Terlindung	Terlawan
1	2	3	4	5
T	LT/LTOR	283	283	283
	ST	550	550	550
	RT			
	Total	833	833	833
B (RT)	LT/LTOR			
	ST			
	RT	360	360	360
	Total	360	360	360
B	LT/LTOR			
	ST	2647	2647	2647
	RT			
	Total	2647	2647	2647
S (RT)	LT/LTOR			
	ST			
	RT	196	196	196
	Total	196	196	196
S	LT/LTOR	347	347	347
	ST			
	RT			
	Total	347	347	347

b. Kendaraan Berat (HV)

Tabel 5.4 Perhitungan Arus Kendaraan Berat (HV)

Kode Pendekat	Arah	Kendaraan Berat (HV)		
		emp terlindung = 1,3		
		emp terlawan = 1,3		
		Kend/jam	smp/jam	
			Terlindung	Terlawan
1	2	6	7	8
T	LT/LTOR	4	5	5
	ST	3	4	4
	RT			
	Total	7	9	9
B (RT)	LT/LTOR			
	ST			
	RT	3	4	4
	Total	3	4	4
B	LT/LTOR			
	ST	7	9	9
	RT			
	Total	7	9	9
S (RT)	LT/LTOR			
	ST			
	RT	0	0	0
	Total	0	0	0
S	LT/LTOR	2	3	3
	ST			
	RT			
	Total	2	3	3

c. Kendaraan Bermotor (MC)

Tabel 5.5 Perhitungan Arus Kendaraan Bermotor (MC)

Kode Pendekat	Arah			
		Sepeda Motor (MC)		
		emp terlindung = 0,2		
		emp terlawan = 0,4		
		Kend/jam	smp/jam	
			Terlindung	Terlawan
1	2	9	10	11
T	LT/LTOR	939	187.8	375.6
	ST	1222	244.4	488.8
	RT			
	Total	2161	432.2	864.4
B (RT)	LT/LTOR			
	ST			
	RT	1267	253.4	506.8
	Total	1267	253.4	506.8
B	LT/LTOR			
	ST	3346	669.2	1338.4
	RT			
	Total	3346	669.2	1338.4
S (RT)	LT/LTOR			
	ST			
	RT	1099	219.8	439.6
	Total	1099	219.8	439.6
S	LT/LTOR	643	128.6	257.2
	ST			
	RT			
	Total	643	128.6	257.2

d. Total Kendaraan Bermotor (MV)

Tabel 5.6 Total Perhitungan Kendaraan Ringan (MV)

Kode Pendekat	Arah	Kendaraan Bermotor (MV)		
		Total MV		
		Kend/jam	smp/jam	
			Terlindung	Terlawan
1	2	12	13	14
T	LT/LTOR	1226	476	664
	ST	1775	798	1043
	RT			
	Total	3001	1274.3	1707
B (RT)	LT/LTOR			
	ST			
	RT	1630	617	871
	Total	1630	617	871
B	LT/LTOR			
	ST	6000	3325.3	3994.5
	RT			
	Total	6000	3325.3	3994.5
S (RT)	LT/LTOR			
	ST			
	RT	1295	416	636
	Total	1295	416	636
S	LT/LTOR	992	478	607
	ST			
	RT			
	Total	992	478	607

Perhitungan pada setiap pendekat pada tabel 5.3 – 5.6 dapat dilihat pada penjelasan di bawah ini :

➤ Puncak Sore

○ Pendekat Timur

• Arah ST

LV	Kend/jam	= 550 kend/jam
	Terlindung	= 550 x 1,0 = 550 smp/jam
	Terlawan	= 550 x 1,0 = 550 smp/jam
HV	Kend/jam	= 3 kend/jam
	Terlindung	= 3 x 1,3 = 4 smp/jam
	Terlawan	= 3 x 1,3 = 4 smp/jam
MC	Kend/jam	= 1222 kend/jam
	Terlindung	= 1222 x 0,2 = 244,4 smp/jam
	Terlawan	= 1222 x 0,4 = 488,8 smp/jam
Total Kendaraan bermotor (MV)		
○ Kend/jam		= 550 + 3 + 1222 = 1775 kend/jam
○ Terlindung		= 550 + 4 + 244,4 = 798 smp/jam
○ Terlawan		= 550 + 4 + 488,8 = 1043 smp/jam

• Arah LTOR

LV	Kend/jam	= 283 kend/jam
	Terlindung	= 283 x 1,0 = 283 smp/jam

	Terlawan	= 283 x 1,0 = 283 smp/jam
HV	Kend/jam	= 4 kend/jam
	Terlindung	= 4 x 1,3 = 5 smp/jam
	Terlawan	= 4 x 1,3 = 5 smp/jam
MC	Kend/jam	= 939 kend/jam
	Terlindung	= 939 x 0,2 = 187,8 smp/jam
	Terlawan	= 939 x 0,4 = 375,6 smp/jam
Total Kendaraan bermotor (MV)		
○	Kend/jam	= 283 + 4 + 939 = 1226 kend/jam
○	Terlindung	= 283 + 5 + 187,8 = 476 smp/jam
○	Terlawan	= 283 + 5 + 375,6 = 664 smp/jam

Rasio kendaraan belok kiri (P_{LT})

$$P_{LT} = \frac{LT \left(\frac{smp}{jam} \right)}{Total \left(\frac{smp}{jam} \right)}$$

$$P_{LT} \text{ Terlindung} = \frac{476}{1275} = 0,37$$

Rasio kendaraan belok kanan (P_{RT})

$$P_{RT} = \frac{RT \left(\frac{smp}{jam} \right)}{Total \left(\frac{smp}{jam} \right)}$$

$$P_{RT} \text{ Terlindung} = \frac{0}{1275} = 0$$

Rasio Kendaraan Tak Bermotor (UM/MV) kend/jam:

$$P_{UM} = Q_{UM}/Q_{MV}$$

$$P_{UM} = 13/3001$$

$$= 0,004$$

○ Pendekat Selatan

● Arah RT

LV	Kend/jam	= 196 kend/jam
	Terlindung	= 196 x 1,0 = 196 smp/jam
	Terlawan	= 196 x 1,0 = 196 smp/jam
HV	Kend/jam	= 0 kend/jam
	Terlindung	= 0 smp/jam
	Terlawan	= 0 smp/jam
MC	Kend/jam	= 1099 kend/jam
	Terlindung	= 1099 x 0,2 = 219,8 smp/jam
	Terlawan	= 1099 x 0,4 = 439,6 smp/jam

Total Kendaraan bermotor (MV)

○ Kend/jam	= 196 + 0 + 1099 = 1295 kend/jam
○ Terlindung	= 196 + 0 + 219,8 = 416 smp/jam
○ Terlawan	= 196 + 0 + 439,6 = 636 smp/jam

● Arah LTOR

LV	Kend/jam	= 347 kend/jam
	Terlindung	= 347 x 1,0 = 347 smp/jam
	Terlawan	= 347 x 1,0 = 347 smp/jam

HV	Kend/jam	= 2 kend/jam
	Terlindung	= 2 x 1,3 = 3 smp/jam
	Terlawan	= 2 x 1,3 = 3 smp/jam
MC	Kend/jam	= 643 kend/jam
	Terlindung	= 643 x 0,2 = 128,6 smp/jam
	Terlawan	= 643 x 0,4 = 257,2 smp/jam

Total Kendaraan bermotor (MV)

- Kend/jam = 347 + 2 + 643
= 992 kend/jam
- Terlindung = 347 + 3 + 128,6
= 478 smp/jam
- Terlawan = 347 + 3 + 257,2
= 607 smp/jam

Rasio kendaraan belok kiri (P_{LT})

$$P_{LT} = \frac{LT \left(\frac{smp}{jam} \right)}{Total \left(\frac{smp}{jam} \right)}$$

$$P_{LT} \text{ Terlindung} = \frac{416}{894} = 0,47$$

Rasio kendaraan belok kanan (P_{RT})

$$P_{RT} = \frac{RT \left(\frac{smp}{jam} \right)}{Total \left(\frac{smp}{jam} \right)}$$

$$P_{RT} \text{ Terlindung} = \frac{478}{894} = 0,53$$

Rasio Kendaraan Tak Bermotor (UM/MV) kend/jam:

$$P_{UM} = Q_{UM}/Q_{MV}$$

$$P_{UM} = 13/2287$$

$$= 0,006$$

○ Pendekat Barat

• Arah RT

LV	Kend/jam	= 360 kend/jam
	Terlindung	= 360 x 1,0 = 360 smp/jam
	Terlawan	= 360 x 1,0 = 360 smp/jam
HV	Kend/jam	= 3 kend/jam
	Terlindung	= 3 x 1,3 = 4 smp/jam
	Terlawan	= 3 x 1,3 = 4 smp/jam
MC	Kend/jam	= 1267 kend/jam
	Terlindung	= 1267 x 0,2 = 253,4 smp/jam
	Terlawan	= 1267 x 0,4 = 506,8 smp/jam

Total Kendaraan bermotor (MV)

○ Kend/jam	= 360 + 3 + 1267 = 1630 kend/jam
○ Terlindung	= 360 + 4 + 253,4 = 617 smp/jam
○ Terlawan	= 360 + 4 + 506,8 = 871 smp/jam

• Arah ST

LV	Kend/jam	= 2647 kend/jam
	Terlindung	= 2647 x 1,0 = 2647 smp/jam

HV	Terlawan	$= 2647 \times 1,0$
		$= 2647 \text{ smp/jam}$
	Kend/jam	$= 7 \text{ kend/jam}$
	Terlindung	$= 7 \times 1,3$
MC		$= 9 \text{ smp/jam}$
	Terlawan	$= 7 \times 1,3$
		$= 9 \text{ smp/jam}$
	Kend/jam	$= 3346 \text{ kend/jam}$
	Terlindung	$= 3346 \times 0,2$
		$= 669,2 \text{ smp/jam}$
	Terlawan	$= 3346 \times 0,4$
		$= 1338,4 \text{ smp/jam}$

Total Kendaraan bermotor (MV)

- Kend/jam $= 2647 + 7 + 3346$
 $= 6000 \text{ kend/jam}$
- Terlindung $= 2647 + 9 + 669,2$
 $= 3325,3 \text{ smp/jam}$
- Terlawan $= 2647 + 9 + 1338,4$
 $= 3994,5 \text{ smp/jam}$

Rasio kendaraan belok kiri (P_{LT})

$$P_{LT} = \frac{LT \left(\frac{smp}{jam} \right)}{Total \left(\frac{smp}{jam} \right)}$$

$$P_{LT} \text{ Terlindung} = \frac{0}{3942} = 0$$

Rasio kendaraan belok kanan (P_{RT})

$$P_{RT} = \frac{RT \left(\frac{smp}{jam} \right)}{Total \left(\frac{smp}{jam} \right)}$$

$$P_{RT} \text{ Terlindung} = \frac{617}{3942} = 0,16$$

Rasio Kendaraan Tak Bermotor (UM/MV) kend/jam:

$$P_{UM} = Q_{UM}/Q_{MV}$$

$$P_{UM} = 50/7630$$

$$= 0,007$$

Formulir SIG III

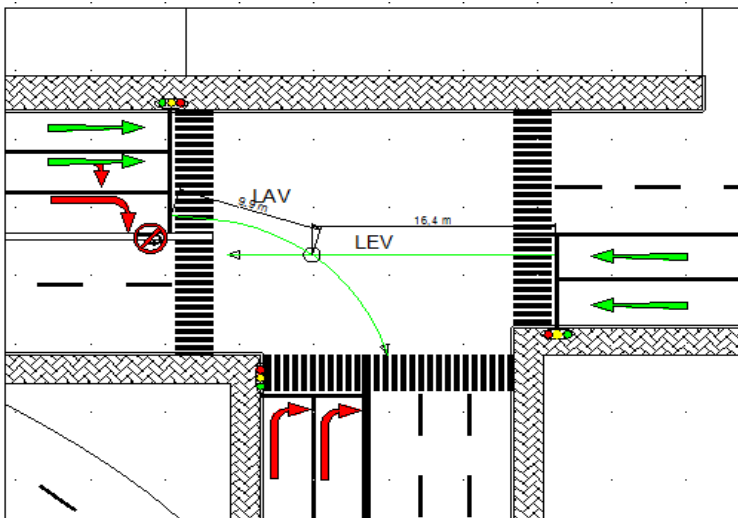
Penentuan waktu hilang (LTI) terdapat dalam formulir SIG III dimana di dalamnya:

Perhitungan titik konflik perfase :

- Pendekat Timur dan Barat (fase 1 ke fase 2)

Berangkat : Jl.Dharmahasada (ST)

Datang : Jl.Prof.Dr.Mustopo (RT)



Gambar 5.5 Titik Konflik Fase 1 ke Fase 2

Titik Konflik

$$\text{LEV} = (0,3 + 1,0 + 3,0 + 8,2)\text{m} = 12,5 \text{ m}$$

$$\text{IEV} = 5 \text{ m}$$

$$\text{LAV} = (0,3 + 1,0 + 3,0 + 13,7)\text{m} = 18 \text{ m}$$

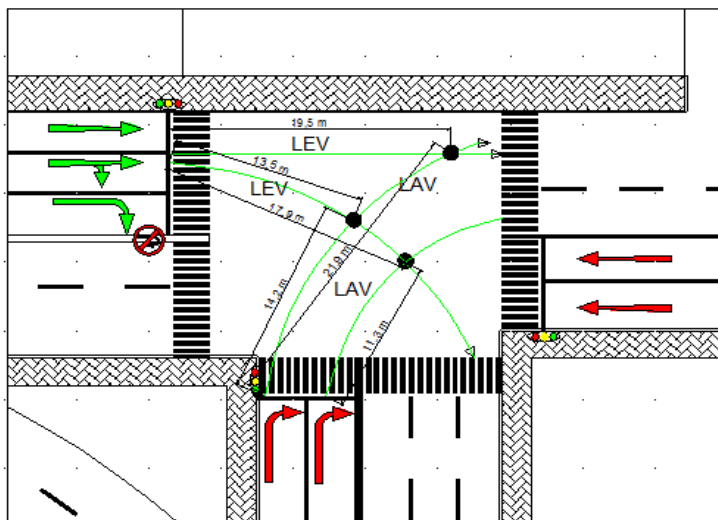
$$\text{V} = 10 \text{ m/dt}$$

$$\begin{aligned}
 \text{All Red} &= \frac{\text{LEV} + \text{LAV}}{10} - \frac{\text{LAV}}{10} \\
 &= \frac{12,5 + 5}{10} - \frac{18}{10} = -0,05 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

Waktu kuning = 2 detik

Perhitungan titik konflik perfase :

- Pendekat Barat dan Selatan (fase 2 ke fase 3)
Berangkat : Jl.Prof.Dr.Mustopo (RT)
Datang : Jl.Karang Menjangan (RT)



Gambar 5.6 Titik Konflik Fase 2 ke Fase 3

Titik Konflik 1

LEV = 17,9 m

IEV = 5 m

LAV = 11,3 m

V = 10 m/dt

$$\begin{aligned}\text{All Red} &= \frac{\text{LEV} + \text{LAV}}{10} - \frac{\text{LAV}}{10} \\ &= \frac{17,9 + 5}{10} - \frac{11,3}{10} = 1.16 \text{ s} \approx 2 \text{ s}\end{aligned}$$

Waktu kuning = 2 detik

Titik Konflik 2

$$\text{LEV} = 19,5 \text{ m}$$

$$\text{IEV} = 5 \text{ m}$$

$$\text{LAV} = 21,9 \text{ m}$$

$$V = 10 \text{ m/dt}$$

$$\begin{aligned}\text{All Red} &= \frac{\text{LEV} + \text{LAV}}{10} - \frac{\text{LAV}}{10} \\ &= \frac{19,5 + 5}{10} - \frac{21,9}{10} = 0.26 \text{ s} \approx 1 \text{ s}\end{aligned}$$

Waktu kuning = 2 detik

Titik Konflik 3

$$\text{LEV} = 13,5 \text{ m}$$

$$\text{IEV} = 5 \text{ m}$$

$$\text{LAV} = 14,2 \text{ m}$$

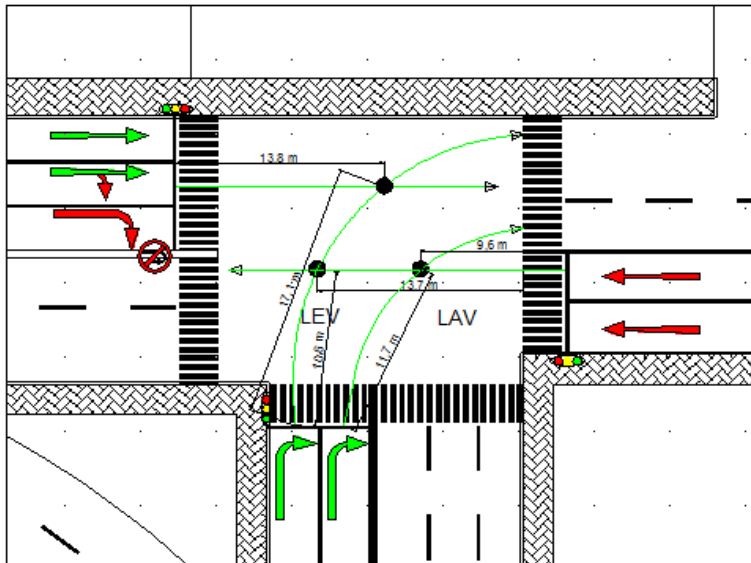
$$V = 10 \text{ m/dt}$$

$$\begin{aligned}\text{All Red} &= \frac{\text{LEV} + \text{LAV}}{10} - \frac{\text{LAV}}{10} \\ &= \frac{13,5 + 5}{10} - \frac{14,4}{10} = 0.41 \text{ s} \approx 1 \text{ s}\end{aligned}$$

Waktu kuning = 2 detik

Perhitungan titik konflik perfase :

- Pendekat Selatan dan Timur (fase 3 ke fase 1)
Berangkat : Jl.Karang Menjangan (RT)
Datang : Jl.Dharmahusada (ST)



Gambar 5.6 Titik Konflik Fase 3 ke Fase 1

Titik Konflik 1

LEV = 11,7 m

IEV = 5 m

LAV = 9,6 m

V = 10 m/dt

All Red = $\frac{LEV + LAV}{10} - \frac{LAV}{10}$

$$= \frac{11,7 + 5}{10} - \frac{9,6}{10} = 0,71 s \approx 1 s$$

Waktu kuning = 2 detik

Titik Konflik 2

$$\text{LEV} = 10,6 \text{ m}$$

$$\text{IEV} = 5 \text{ m}$$

$$\text{LAV} = 13,7 \text{ m}$$

$$V = 10 \text{ m/dt}$$

$$\begin{aligned} \text{All Red} &= \frac{\text{LEV} + \text{LAV}}{10} - \frac{\text{LAV}}{10} \\ &= \frac{10,6 + 5}{10} - \frac{13,7}{10} = 0,19 \text{ s} \approx 1 \text{ s} \end{aligned}$$

Waktu kuning = 2 detik

Titik Konflik 3

$$\text{LEV} = 17,1 \text{ m}$$

$$\text{IEV} = 5 \text{ m}$$

$$\text{LAV} = 13,8 \text{ m}$$

$$V = 10 \text{ m/dt}$$

$$\begin{aligned} \text{All Red} &= \frac{\text{LEV} + \text{LAV}}{10} - \frac{\text{LAV}}{10} \\ &= \frac{17,1 + 5}{10} - \frac{13,8}{10} = 0,83 \text{ s} \approx 1 \text{ s} \end{aligned}$$

Waktu kuning = 2 detik

Formulir SIG IV

5.4.2 Penentuan Tipe Pendekat

Tipe dari pendekat terbagi menjadi dua, yaitu terlindung (P) dan terlawan (O). Dalam simpang ini tipe pendekat seluruhnya adalah terlindung (P) berdasarkan kondisi eksisting:

- a. Pendekat Timur (ST) = Terlindung
- b. Pendekat Barat (RT) = Terlindung
- c. Pendekat Barat (ST) = Terlindung
- d. Pendekar Selatan (RT) = Terlindung

5.4.3 Lebar Efektif

Lebar Pendekat efektif adalah lebar yang dipakai untuk antri selama lampu merah. Berdasarkan hasil survey geometrik pada simpang, maka dapat diketahui lebar efektif pada masing-masing pendekat adalah sebagai berikut :

- a. Pendekat Timur
 $We = W_{masuk}$
 Karena $W_{masuk} < W_{keluar}$, jadi $We = W_{masuk} = 7,4 \text{ m}$
- b. Pendekat Barat
 $We = W_{masuk}$
 Karena $W_{masuk} < W_{keluar}$, jadi $We = W_{masuk} = 9,1 \text{ m}$
- c. Pendekat Selatan
 $We = W_{masuk}$
 Karena $W_{masuk} < W_{keluar}$, jadi $We = W_{masuk} = 6,8 \text{ m}$

5.4.4 Arus Jenuh Dasar

Nilai arus jenuh dasar diperoleh dari gambar untuk pendekat tipe terlindung, atau bisa juga menggunakan rumus:

$$So = 600 \times We \text{ smp/jam hijau}$$

- a. Pendekat Timur
 $So = 600 \times 7,4 \text{ m} = 4440 \text{ smp/jam hijau}$
- b. Pendekat Barat (ST)
 $So = 600 \times 6,2 \text{ m} = 3660 \text{ smp/jam hijau}$

- c. Pendekat Barat (RT)
 $So = 600 \times 2.9 \text{ m} = 2100 \text{ smp/jam hijau}$
- d. Pendekat Selatan (RT)
 $So = 600 \times 6,8 \text{ m} = 4080 \text{ smp/jam hijau}$

5.4.5 Faktor – faktor penyesuaian

A. Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (Fcs)

Sesuai dengan tabel faktor penyesuaian ukuran kota (Fcs).
 Dengan kondisi kota Surabaya dengan lebih dari 3 juta jiwa penduduknya, maka Fcs adalah 1,05 pada semua pendekat.

Tabel 5.7 Jumlah Penduduk

No	Kecamatan	Tahun 2013
1	Asemrowo	46.714
2	Benowo	57.628
3	Bubutan	117.202
4	Bulak	43.130
5	Dukuh Pakis	64.495
6	Gayungan	50.269
7	Genteng	68.552
8	Gubeng	156.406
9	Gunung Anyar	55.781
10	Jambangan	51.290
11	Karang Pilang	78.853
12	Kenjeran	158.571
13	Krembangan	133.084
14	Lakar Santri	57.361
15	Mulyorejo	90.579
16	Pabean Cantian	93.963
17	Pakal	50.743
18	Rungkut	112.200

19	Sambi Kerep	61.567
20	Sawahan	233.745
21	Semampir	210.191
22	Simokerto	108.181
23	Sukolilo	114.639
24	Sukomanunggal	108.475
25	Tambaksari	248.289
26	Tandes	99.234
27	Tegalsari	118.185
28	Tenggilis Mejoyo	58.965
29	Wiyung	70.724
30	Wonocolo	86.815
31	Wonokromo	194.803
JUMLAH		3.200.634

Sumber : Dinas Pendaftaran Penduduk dan Pencatatan Sipil Kota Surabaya

Tabel 5.8 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota

Penduduk Kota (juta jiwa)	Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (Fcs)
>3,0	1,05
1,0 – 3,0	1,00
0,5 – 1,0	0,94
0,1 – 0,5	0,83
< 0,1	0,82

Sumber : MKJI 1997

- B. Faktor Penyesuaian Hambatan Samping (Fsf) berdasarkan tabel 2.4 faktor penyesuaian untuk tipe lingkungan jalan, hambatan samping, dan kendaraan tak bermotor (F)

a. Pendekat Timur (ST)

Tipe lingkungan adalah COM (komersial) ; hambatan samping = rendah ; tipe fase terlindung ; rasio UM/MV adalah 0,004

0	0,95
0,004	X
0,05	0,93

$$X = 0,93 - \{(0,05-0,004/0,05-0,00) \times (0,93-0,95)\}$$

$$= 0,9484$$

Jadi nilai Fsf adalah 0,9484

b. Pendekat Barat (ST)

Tipe lingkungan adalah COM (komersial) ; hambatan samping = rendah ; tipe fase terlindung ; rasio UM/MV adalah 0,007

0	0,95
0,007	X
0,05	0,93

$$X = 0,93 - \{(0,05-0,007/0,05-0,00) \times (0,93-0,95)\}$$

$$= 0,947$$

Jadi nilai Fsf adalah 0,947

c. Pendekat Barat (RT)

Tipe lingkungan adalah COM (komersial) ; hambatan samping = rendah ; tipe fase terlindung ; rasio UM/MV adalah 0,007

0	0,95
0,007	X
0,05	0,93

$$X = 0,93 - \{(0,05-0,007/0,05-0,00) \times (0,93-0,95)\}$$

$$= 0,947$$

Jadi nilai Fsf adalah 0,947

d. Pendekat Selatan (RT)

Tipe lingkungan adalah COM (komersial) ; hambatan samping = rendah ; tipe fase terlindung ; rasio UM/MV adalah 0,006

0	0,95
0,006	X
0,05	0,93

$$X = 0,93 - \{(0,05-0,006/0,05-0,00) \times (0,93-0,95)\}$$

$$= 0,947$$

Jadi nilai Fsf adalah 0,947

C. Faktor Penyesuaian Kelandaian

Faktor penyesuaian kelandaian ditentukan dari grafik 2.5 yang merupakan fungsi kelandaian pada setiap intersection, maka diperoleh bahwa kelandaianya 0%, sehingga di dapat faktor penyesuaian sebesar 1,00. Namun pada perhitungan kali ini faktor penyesuaian kelandaian diabaikan.

D. Faktor Penyesuaian Parkir

Faktor penyesuaian parkir ditentukan dari perhitungannya menggunakan rumus:

$$F_p = (L_p/3 - (W_A-2) \times (L_p/3-g)/W_A)/g \text{ (smp/jam)}$$

Namun faktor penyesuaian parkir pada perhitungan kali ini diabaikan.

E. Faktor Penyesuaian belok kanan (F_{RT})

Faktor penyesuaian belok kanan dapat dilihat pada grafik, dan perhitungannya menggunakan rumus:

$$F_{RT} = 1,0 + P_{RT} \times 0,26$$

Pada persimpangan Jl. Dharmahusada – Jl. Prof. Dr. Mustopo – Jl. Karang Menjangan memiliki nilai faktor penyesuaian belok kanan F_{RT} (untuk pendekat tipe P “Terlindung”)

Puncak Sore

Pendekat Selatan (RT)	$= 1,0 + 0,53 \times 0,26 = 1,14$
Pendekat Timur (ST)	$= 1,0 + 0,00 \times 0,26 = 1,0$
Pendekat Barat (ST)	$= 1,0 + 0,00 \times 0,26 = 1,0$
Pendekat Barat (RT)	$= 1,0 + 0,16 \times 0,26 = 1,04$

F. Faktor penyesuaian belok kiri (F_{LT})

Faktor penyesuaian belok kiri dapat dilihat pada grafik dan perhitungan menggunakan rumus:

$$F_{LT} = 1,0 \times P_{LT} \times 0,16$$

Pada persimpangan Jl. Dharmahusada – Jl. Prof. Dr. Mustopo – Jl. Karang Menjangan memiliki nilai faktor penyesuaian belok kiri F_{LT} (untuk pendekat tipe P “Terlindung”)

Puncak Sore

Pendekat Selatan (RT)	$= 1,0 + 0,00 \times 0,16 = 1,0$
Pendekat Barat (RT)	$= 1,0 + 0,16 \times 0,16 = 1,03$
Pendekat Barat (ST)	$= 1,0 + 0,00 \times 0,16 = 1,0$
Pendekat Timur (ST)	$= 1,0 + 0,00 \times 0,16 = 1,0$
Pendekat Timur (LTOR)	$= 1,0 + 0,37 \times 0,16 = 1,06$
Pendekat Selatan (LTOR)	$= 1,0 + 0,47 \times 0,16 = 1,08$

5.4.6 Nilai Arus Jenuh Dasar (S)

Nilai arus jenuh disesuaikan ditentukan berdasarkan rumus berikut:

$$S = S_o \times FCS \times FSF \times FG \times FP \times FRT \times FLT \text{ smp/jam hijau}$$

- a. Pendekat Timur
 $= 4440 \times 1,05 \times 0,94 \times 1,00 \times 1,00 \times 1,00 \times 1,00$
 $= 4382,28 \text{ smp/jam hijau}$
- b. Pendekat Barat (ST)
 $= 3720 \times 1,05 \times 0,94 \times 1,00 \times 1,00 \times 1,00 \times 1,00$
 $= 3671,64 \text{ smp/jam hijau}$
- c. Pendekat Barat (RT)
 $= 2100 \times 1,05 \times 0,94 \times 1,00 \times 1,00 \times 1,04 \times 1,03$
 $= 2220,27 \text{ smp/jam hijau}$
- d. Pendekat Selatan
 $= 4080 \times 1,05 \times 0,94 \times 1,00 \times 1,00 \times 1,00 \times 1,00$
 $= 4026,96 \text{ smp/jam hijau}$

5.4.7 Arus Lalu Lintas (Q)

Berdasarkan survey yang telah dilakukan, maka arus lalu lintas terlindung pada masing-masing pendekat adalah sebagai berikut:

- a. Pendekat Timur $= 798 \text{ smp/jam}$
- b. Pendekat Barat (ST) $= 3325,3 \text{ smp/jam}$
- c. Pendekat Barat (RT) $= 617 \text{ smp/jam}$
- d. Pendekat Selatan $= 416 \text{ smp/jam}$
- e. LTOR $= (476 + 478)$
 $= 954 \text{ smp/jam}$

5.4.8 Rasio Arus (FR)

Nilai rasio arus (FR) ditentukan berdasarkan rumus berikut:

$$FR = Q/S$$

Dimana :

Q didapat dari total MV arus terlindung (smp/jam) masing-masing pendekat.

- a. Pendekat Timur $= 798/4382,28 = 0,182$
- b. Pendekat Barat (ST) $= 3325,3/3671,64 = 0,905$
- c. Pendekat Barat (RT) $= 617/3689,62 = 0,167$
- d. Pendekat Selatan $= 416/4957,98 = 0,083$

5.4.9 Rasio Arus Kritis (FR_{CRIT})

Rasio arus kritis (FR_{CRIT}) sama dengan nilai-nilai rasio arus (FR).

5.4.10 Rasio Arus Simpang

Untuk menghitung IFR Total yaitu dengan menjumlahkan nilai FR pada masing-masing fase pendekat. Jika dalam satu fase terdapat dua nilai FR , maka diambil nilai yang terbesar atau nilai yang kritis

- Fase 1
Pendekat Timur (ST) = 0,182
Maka diambil nilai FR untuk fase 1 sebesar 0,182
- Fase 2
Pendekat Barat (RT) = 0,167
Maka diambil nilai FR untuk fase 2 sebesar 0,167
- Fase 3
Pendekat selatan (RT) = 0,083
Maka diambil nilai FR untuk fase 3 sebesar 0,083
Sehingga $IFR_{Total} = 0,182 + 0,167 + 0,083 = 0,432$

5.4.11 Rasio Fase (PR)

Rasio fase dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$PR = FR_{CRIT} / IFR_{Total}$$

- a. Pendekat Timur = $0,182/0,432 = 0,421$
- b. Pendekat Barat = $0,167/0,432 = 0,39$
- c. Pendekat Selatan = $0,083/0,432 = 0,192$

5.4.12 Waktu Siklus dan Waktu Hijau

$$\begin{aligned} \text{Cua} &= (1,5 \times LTI + 5)/(1 - IFR) \\ &= (1,5 \times 15 + 5)/(1 - 0,432) \\ &= 48,42 \text{ detik} \end{aligned}$$

A. Waktu siklus sebelum penyesuaian

Waktu hijau didapatkan dari hasil pengamatan langsung pada simpang.

- Fase 1 = 84 detik
- Fase 2 = 69 detik
- Fase 3 = 22 detik

B. Waktu Siklus yang disesuaikan (c)

Hitung waktu siklus yang disesuaikan berdasar pada waktu hijau yang diperoleh dan telah dibulatkan dan waktu hilang (LTI) sesuai dengan rumus berikut:

$$c = \sum g + LTI$$

$$c = (84 + 69 + 22) + 15 \text{ detik}$$

$$= 190 \text{ detik}$$

5.4.13 Kapasitas (C)

Kapasitas pada masing-masing pendekat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$C = S \times g/c$$

- a. Pendekat Timur = $4382,28 \times 84/190 = 1937,42$
- b. Pendekat Barat (ST) = $3671,64 \times 175/190 = 3381,77$
- c. Pendekat Barat (RT) = $3869,62 \times 69/190 = 1405,28$
- d. Pendekat Selatan (RT) = $4957,98 \times 22/190 = 574,08$

5.4.14 Derajat Kejenuhan (DS)

Derajat kejenuhan ialah suatu keadaan dimana suatu simpang mengalami batas kejenuhan tertentu akibat pergerakan arus yang dibagi dengan kapasitas jalan yang ada, maka rumus derajat kejenuhan didapat:

$$DS = Q/C$$

- a. Pendekat Timur = $798/1937,42 = 0,41$
- b. Pendekat Barat (ST) = $3325,3/3381,77 = 0,98$
- c. Pendekat Barat (RT) = $617/1405,28 = 0,44$
- d. Pendekat Selatan (RT) = $416/574,08 = 0,72$

Formulir SIG V

1. Jumlah Kendaraan Antri (NQ)

Perhitungan jumlah kendaraan antri dihitung dengan menggunakan rumus:

$$NQ = NQ_1 + NQ_2$$

$$NQ_1 \text{ untuk } DS > 0,5$$

$$NQ_1 = 0,25 \times C \times \left[(DS-1) + \sqrt{(DS-1)^2 + \frac{8x(DS-0,5)}{c}} \right]$$

$$NQ_1 \text{ untuk } DS < 0,5$$

$$NQ_1 = 0$$

$$NQ_2 = c \times \frac{1-GR}{1-GR \times DS} \times \frac{Q}{3600}$$

Jumlah kendaraan antri (NQ) suatu simpang pada setiap pendekat. Salah satunya pada puncak sore di setiap pendekat.

Pendekat Timur (ST)

$$DS = 0,41 < 0,5$$

$$NQ_1 = 0$$

$$NQ_2 = 190 \times \frac{1-0,44}{1-0,44 \times 0,41} \times \frac{798}{3600} = 28,64$$

$$NQ = NQ_1 + NQ_2$$

$$= 0 + 28,64$$

$$= 28,64$$

Mencari Nqmax dapat dilihat pada grafik 5.1

Dengan nilai Pol = 10%

$$NQ = 28,64$$

$$\text{Maka } NQ_{\max} = 39$$

Pendekat Barat (ST)

$$DS = 0,98 > 0,5$$

$$NQ_1 = 0,25 \times 3671,64 \times \left[(0,98-1) + \right.$$

$$\left. \sqrt{(0,98-1)^2 + \frac{8 \times (0,98-0,5)}{3671,64}} \right]$$

$$= 16,54$$

$$\begin{aligned}
 NQ_2 &= 190 \times \frac{1-0,92}{1-0,92 \times 0,98} \times \frac{3325,3}{3600} = 96,77 \\
 NQ &= NQ_1 + NQ_2 \\
 &= 16,54 + 96,77 \\
 &= 113,31
 \end{aligned}$$

Mencari Nqmax dapat dilihat pada grafik 5.1

Dengan nilai Pol = 10%

$$NQ = 113,31$$

$$\text{Maka } NQ_{\max} = 141,25$$

Pendekat Barat (RT)

$$DS = 0,44 < 0,5$$

$$NQ_1 = 0$$

$$NQ_2 = 190 \times \frac{1-0,36}{1-0,36 \times 0,44} \times \frac{617}{3600} = 24,57$$

$$\begin{aligned}
 NQ &= NQ_1 + NQ_2 \\
 &= 0 + 24,57 \\
 &= 24,57
 \end{aligned}$$

Mencari Nqmax dapat dilihat pada grafik 5.1

Dengan nilai Pol = 10%

$$NQ = 24,57$$

$$\text{Maka } NQ_{\max} = 32$$

Pendekat Selatan (RT)

$$DS = 0,72 > 0,5$$

$$\begin{aligned}
 NQ_1 &= 0,25 \times 574,08 \times \left[(0,72-1) + \right. \\
 &\quad \left. \sqrt{(0,72-1)^2 + \frac{8 \times (0,72-0,5)}{574,08}} \right] \\
 &= 2,87
 \end{aligned}$$

$$NQ_2 = 190 \times \frac{1-0,12}{1-0,12 \times 0,72} \times \frac{416}{3600} = 22,12$$

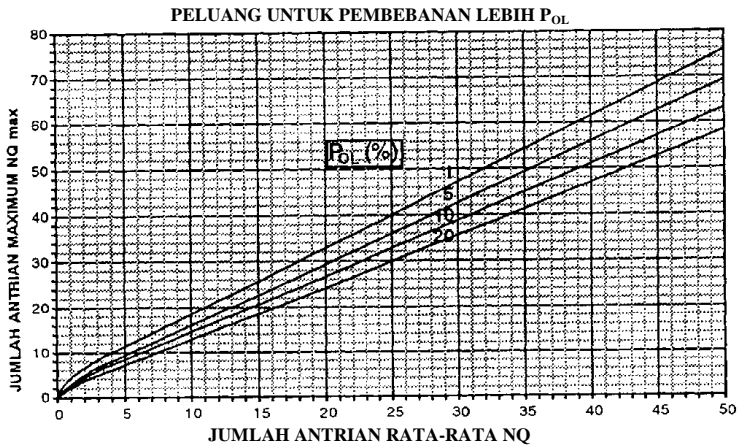
$$\begin{aligned}
 NQ &= NQ_1 + NQ_2 \\
 &= 2,87 + 22,12 \\
 &= 24,99 = 25
 \end{aligned}$$

Mencari Nqmax dapat dilihat pada grafik 5.1

Dengan nilai Pol = 10%

$$NQ = 25$$

$$\text{Maka } NQ_{\max} = 33$$



Grafik 5.1 Jumlah Antrian Maksimum

2. Menghitung Panjang Antrian (QL)

Panjang antrian dihitung menggunakan rumus:

$$QL = \frac{NQ_{max} \times 20}{W_{masuk}}$$

Berikut QL pada simpang untuk puncak sore di setiap pendekat:

- Pendekat Timur (ST) $= \frac{39 \times 20}{7,4} = 115 \text{ m}$
- Pendekat Barat (ST) $= \frac{141,25 \times 20}{6,2} = 434 \text{ m}$
- Pendekat Barat (RT) $= \frac{24,57 \times 20}{2,9} = 80,56 \text{ m}$
- Pendekat Selatan (RT) $= \frac{33 \times 20}{6,8} = 97,05 \text{ m}$

3. Menghitung Angka Henti Kendaraan pada masing-masing pendekat (NS) stop/jam

Angka henti kendaraan pada masing-masing pendekat (NS) stop/jam dihitung dengan menggunakan rumus:

$$NS = 0,9 \frac{NQ}{Q \times c} \times 3600$$

Berikut angka henti kendaraan (NS) pada simpang untuk puncak sore dimasing-masing pendekat:

- Pendekat Timur (ST) = $0,9 \frac{28,64}{798 \times 190} \times 3600 = 0,612$
- Pendekat Barat (ST) = $0,9 \frac{141,25}{3325,3 \times 190} \times 3600 = 0,724$
- Pendekat Barat (RT) = $0,9 \frac{24,57}{617 \times 190} \times 3600 = 0,679$
- Pendekat Selatan (RT) = $0,9 \frac{25}{416 \times 190} \times 3600 = 1,025$

4. Menghitung Jumlah Kendaraan Terhenti pada masing-masing pendekat (N_{SV})

Jumlah kendaraan terhenti pada masing-masing pendekat (N_{SV}) dihitung menggunakan rumus:

$$N_{SV} = Q \times NS \text{ (smp/jam)}$$

Berikut jumlah kendaraan terhenti pada simpang untuk puncak sore dimasing-masing pendekat:

- Pendekat Timur (ST) = $798 \times 0,612 = 488,376$
- Pendekat Barat (ST) = $3325,23 \times 0,72 = 2394,216$
- Pendekat Barat (RT) = $617 \times 0,679 = 418,943$
- Pendekat Selatan (RT) = $416 \times 1,025 = 426,4$

5. Menghitung Angka Henti pada Seluruh Pendekat (NS_{TOT})

Angka henti pada seluruh pendekat (NS_{TOT}) dapat dihitung dengan rumus:

$$NS_{TOT} = \frac{\sum N_{sv}}{Q_{TOT}}$$

Berikut angka henti seluruh pendekat (NS_{TOT}) untuk simpang pada puncak sore:

$$NS_{TOT} = \frac{3727,935}{6110,23} = 0,61$$

6. Menghitung Tundaan Lalu Lintas Rata - rata setiap Pendekat (DT)

Tundaan Lalu Lintas rata-rata setiap pendekat (DT) dapat dihitung dengan rumus:

$$DT = c \times A + \frac{NQ1 \times 3600}{c}$$

$$\text{Dengan } A = \frac{0,5 \times (1 - GR)^2}{(1 - GR \times DS)}$$

Berikut perhitungan tundaan lalu lintas (DT) untuk puncak sore di setiap pendekat:

Pendekat Timur (ST)

$$A = \frac{0,5 \times (1-0,44)^2}{(1-0,44 \times 0,41)} = 0,19$$

$$DT = 190 \times 0,19 + \frac{0 \times 3600}{1937,42} = 36,1 \text{ det/smp}$$

Pendekat Barat (ST)

$$A = \frac{0,5 \times (1-0,92)^2}{(1-0,92 \times 0,98)} = 0,032$$

$$DT = 190 \times 0,032 + \frac{16,54 \times 3600}{3671,64} = 22,3 \text{ det/smp}$$

Pendekat Barat (RT)

$$A = \frac{0,5 \times (1-0,36)^2}{(1-0,36 \times 0,44)} = 0,24$$

$$DT = 190 \times 0,24 + \frac{0 \times 3600}{1405,28} = 45,6 \text{ det/smp}$$

Pendekat Selatan (RT)

$$A = \frac{0,5 \times (1-0,12)^2}{(1-0,12 \times 0,72)} = 0,43$$

$$DT = 190 \times 0,43 + \frac{2,87 \times 3600}{574,08} = 99,7 \text{ det/smp}$$

$$LTOR = 0 \text{ det/smp}$$

7. Menghitung Tundaan Geometrik Rata-rata (DG)

Tundaan geometrik rata-rata (DG) dapat dihitung dengan rumus:

$$DG_j = (1-P_{SV}) \times P_t \times 6 + (P_{SV} \times 4)$$

$$P_{SV} = 1 + (NQ - g) / c$$

Berikut perhitungan tundaan geometrik (DG) untuk puncak sore di setiap pendekat:

Pendekat Timur (ST)

$$P_{SV} = 1 + (28,64 - 84) / 190 = 0,708$$

$$\begin{aligned} DG_j &= (1-0,708) \times 0 \times 6 + (0,708 \times 4) \\ &= 2,832 \text{ det/smp} \end{aligned}$$

Pendekat Barat (ST)

$$P_{SV} = 1 + (156,38 - 175) / 190 = 0,902$$

$$\begin{aligned} DG_j &= (1-0,902) \times 0 \times 6 + (0,902 \times 4) \\ &= 3,608 \text{ det/smp} \end{aligned}$$

Pendekat Barat (RT)

$$P_{SV} = 1 + (24,57 - 69) / 190 = 0,766$$

$$\begin{aligned} DG_j &= (1-0,766) \times 0,16 \times 6 + (0,766 \times 4) \\ &= 3,289 \text{ det/smp} \end{aligned}$$

Pendekat Selatan (RT)

$$\begin{aligned} P_{SV} &= 1 + (25 - 22) / 190 = 1,015 \\ DG_j &= (1-1,015) \times 1 \times 6 + (1,015 \times 4) \\ &= 3,97 \text{ det/smp} \\ \text{LTOR} &= 6 \text{ det/smp} \end{aligned}$$

8. Menghitung Tundaan Rata-rata Seluruh Simpang (D)

Tundaan Rata-rata Seluruh Simpang (D) dihitung dengan menggunakan rumus:

$$D = DT + DG$$

Berikut perhitungan tundaan seluruh simpang (D) untuk puncak sore di setiap pendekat:

- **Pendekat Timur (ST)**
 $D = 36,1 + 2,832 = 38,932 \text{ det/smp}$
- **Pendekat Barat (ST)**
 $D = 22,3 + 3,608 = 25,908 \text{ det/smp}$
- **Pendekat Barat (RT)**
 $D = 45,6 + 3,289 = 48,889 \text{ det/smp}$
- **Pendekat Selatan (RT)**
 $D = 99,7 + 3,97 = 103,67 \text{ det/smp}$
- **LTOR** $= 0 + 6 = 6 \text{ det/smp}$

9. Menghitung Tundaan Total

Tundaan total dapat dihitung dengan rumus:

$$D \times Q$$

Berikut tundaan total untuk puncak sore di setiap pendekat:

- Pendekat Timur (ST) $= 38,932 \times 798 = 31067,736$
- Pendekat Barat (ST) $= 25,908 \times 3325,23 = 86150,05$
- Pendekat Barat (RT) $= 48,889 \times 617 = 30164,513$
- Pendekat Selatan (RT) $= 103,67 \times 416 = 43126,72$
- LTOR $= 6 \times 954 = 5724$

5.4.15 Menghitung Tundaan Rata-rata Seluruh Simpang (DI)

Tundaan Rata-rata seluruh simpang (DI) dapat dihitung dengan rumus:

$$DI = \frac{\sum(D \times Q)}{QTOT}$$

Berikut tundaan rata-rata untuk puncak sore seluruh pendekat:

$$\begin{aligned} DI &= \frac{(31067+86150,05+30164,513+43126,72+5724)}{(798+3325,23+617+416+954)} \\ &= \frac{196233,019}{6110,23} \\ &= 41,12 \text{ det/smp} \end{aligned}$$

5.5 Perhitungan Kaji

Arah	Rabu Sore (eksisting kaji)				
	C	DS	QL	Tundaan	LOS
	smp/jam	Rasio	(m)	Simpang	
T-LTOR				171.51	F
T-ST	1526	0,523	116		
B-ST	2951	1,127	2513		
B-RT	748	0,825	144		
S-LTOR					
S-RT	456	0,895	103		

Sumber : Hasil Perhitungan

Pada perhitungan kaji eksisting, nilai derajat kejenuhan pada pendekat Timur (ST) adalah 0,523, pendekat Barat (ST) sebesar 1,127, pendekat Barat (RT) sebesar 0,825, dan pada pendekat Selatan (RT) sebesar 0,895.

Untuk panjang antrian pada pendekat Timur (ST) adalah 116 m, untuk pendekat Barat (ST) sepanjang 2513 m, pada pendekat Barat (RT) adalah 144 m, dan untuk pendekat Selatan (RT) adalah 103 m. Sehingga nilai tundaan sebesar 171,51 det/smp dan nilai LOSnya adalah LOS F.

5.6 Penjelasan Tentang Perbedaan Perhitungan Kaji dan Perhitungan Manual Eksisting

Arah	Rabu Sore (eksisting kaji)					Rabu Sore (eksisting manual)				
	C	DS	QL	Tundaan	LOS	C	DS	QL	Tundaan	LOS
	smp/jam	Rasio	(m)	Simpang		(smp/jam)	Rasio	(m)	Simpang	
T-LTOR				171.51	F				41.21	E
T-ST	1526	0.523	116			1937	0.412	115		
B-ST	2951	1.127	2513			3381	0.983	434		
B-RT	748	0.825	144			1045	0.439	80.56		
S-LTOR										
S-RT	456	0.895	103			574	0.833	97.5		

Sumber : Hasil Perhitungan

Dalam Proyek Tugas Akhir kami, terdapat perbedaan dalam perhitungan manual eksisting dan perhitungan kaji eksisting. Dimana pada perhitungan manual, waktu green time adalah total dari 3 fase, yaitu fase 1 (84 detik), fase 2 (69 detik), dan fase 3 (22 detik), sehingga total green time sebesar 175 detik, dan nilai c adalah $c = \sum g + LTI = 175 \text{ detik} + 15 \text{ detik} = 190 \text{ detik}$. Pada perhitungan kaji eksisting, waktu green time yang terbaca hanya 2 fase saja, yaitu fase 1 (84 detik) dan fase 2 (69 detik), sehingga total green time hanya 153 detik.

Hal tersebut mempengaruhi nilai kapasitas, pada perhitungan manual nilai kapasitas (pendekat barat ST) yaitu $C = S \times g / c = 3671,64 \times 175 / 190 = 3381,77 \text{ smp/jam}$. Sedangkan pada perhitungan menggunakan kaji nilai kapasitas (pendekat barat ST) yaitu C sebesar 2951 smp/jam. Sehingga perbedaan ini berpengaruh pada nilai derajat kejenuhan (DS). Pada perhitungan manual nilai derajat kejenuhan pada (pendekat barat ST) $DS = Q / C = 3325,3 / 3381,77 = 0,98$, sedangkan pada perhitungan kaji nilai derajat kejenuhan pada (pendekat barat ST) $DS = Q / C = 3325/2951 = 1.127$, dan perhitungan ini akan berpengaruh pada perhitungan selanjutnya pada SIG V.

5.7 Perhitungan Segmen Jalan

5.7.1 Umum

Segmen jalan merupakan panjang jalan yang mempunyai karakteristik yang sama. Titik dimana karakteristik jalan berubah secara berarti menjadi batas segmen. Setiap segmen dianalisa secara terpisah. Segmen jalan yang diamati sebaiknya tidak dipengaruhi oleh simpang utama atau simpang susun yang mungkin mempengaruhi kapasitas dan perilaku lalu lintasnya.

5.7.2 Kondisi Lalu Lintas

- ✓ Segmen Jalan Prof. Dr. Mustopo (Barat)
 - Lebar Jalur Lalu Lintas = 9,1 m
 - Lebar Trotoar = 2 m
 - Ukuran Kota = 3,2 juta penduduk
- ✓ Segmen Jalan Dharmahusada (Timur)
 - Lebar Jalur Lalu Lintas = 7,4 m
 - Lebar Trotoar = 2 m
 - Ukuran Kota = 3,2 juta penduduk
- ✓ Segmen Jalan Karang Menjangan (Selatan)
 - Lebar Jalur Lalu Lintas = 6,8 m
 - Lebar Trotoar = 2 m
 - Ukuran Kota = 3,2 juta penduduk

5.7.3 Hambatan Samping

Hambatan samping rendah karena sudah adanya rambu-rambu dilarang parkir di trotoar.

Arus Jam Puncak

- Segmen Jalan Prof. Dr. Mustopo pada Puncak Sore
 - $Q_{LV} = 3007 \text{ kend/jam} \times 1,00$
 $= 3007 \text{ smp/jam}$
 - $Q_{HV} = 10 \text{ kend/jam} \times 1,2$
 $= 12 \text{ smp/jam}$
 - $Q_{MC} = 4613 \text{ kend/jam} \times 0,25$
 $= 1153,25 \text{ smp/jam}$

Prosentase untuk segmen Jalan Prof. Dr. Mustopo = 100%
(searah)

$$\begin{aligned}
 Q_{LV} &= Q_{LV} \\
 &= 3007 \text{ smp/jam} \\
 Q_{HV} &= Q_{HV} \\
 &= 12 \text{ smp/jam} \\
 Q_{MC} &= Q_{MC} \\
 &= 1153,25 \text{ smp/jam} \\
 Q_{TOT} &= Q_{LV} + Q_{HV} + Q_{MC} \\
 &= (3007 + 12 + 1153,25) \text{ smp/jam} \\
 &= 4172,25 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

➤ Segmen Jalan Dharmahasada pada Puncak Sore

$$\begin{aligned}
 Q_{LV} &= 550 \text{ kend/jam} \times 1,00 \\
 &= 550 \text{ smp/jam} \\
 Q_{HV} &= 3 \text{ kend/jam} \times 1,2 \\
 &= 3,6 \text{ smp/jam} \\
 Q_{MC} &= 1222 \text{ kend/jam} \times 0,25 \\
 &= 305,5 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

Prosentase untuk segmen Jalan Dharmahasada = 100%
(searah)

$$\begin{aligned}
 Q_{LV} &= Q_{LV} \times 100\% \\
 &= 550 \text{ smp/jam} \\
 Q_{HV} &= Q_{HV} \times 100\% \\
 &= 3,6 \text{ smp/jam} \\
 Q_{MC} &= Q_{MC} \times 100\% \\
 &= 305,5 \text{ smp/jam} \\
 Q_{TOT} &= Q_{LV} + Q_{HV} + Q_{MC} \\
 &= (550 + 3,6 + 305,5) \text{ smp/jam} \\
 &= 859,1 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

➤ Segmen Jalan Karang Menjangan pada Puncak Sore

$$\begin{aligned}
 Q_{LV} &= 196 \text{ kend/jam} \times 1,00 \\
 &= 196 \text{ smp/jam} \\
 Q_{HV} &= 0 \text{ kend/jam} \times 1,2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 0 \text{ smp/jam} \\
 Q_{MC} &= 1099 \text{ kend/jam} \times 0,25 \\
 &= 274,75 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

Prosentase untuk segmen Jalan Karang Menjangan = 100%
(searah)

$$\begin{aligned}
 Q_{LV} &= Q_{LV} \times 100\% \\
 &= 196 \text{ smp/jam} \\
 Q_{HV} &= Q_{HV} \times 100\% \\
 &= 0 \text{ smp/jam} \\
 Q_{MC} &= Q_{MC} \times 100\% \\
 &= 274,75 \text{ smp/jam} \\
 Q_{TOT} &= Q_{LV} + Q_{HV} + Q_{MC} \\
 &= (196 + 0 + 274,75) \text{ smp/jam} \\
 &= 470,75 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

Pemisah Arah

$$\begin{aligned}
 &\text{Segmen Jl. Prof. Dr. Mustopo (Barat ke Timur) + Segmen} \\
 &\text{Jl. Dharmahasada (Timur ke Barat)} \\
 &= 3325,3 \text{ smp/jam} + 798 \text{ smp/jam} \\
 &= 4123,3 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

Prosentase untuk Segmen Jl. Prof. Dr. Mustopo (Barat ke Timur)

$$= 3325,3/4123,3 \times 100\% = 80,6 \%$$

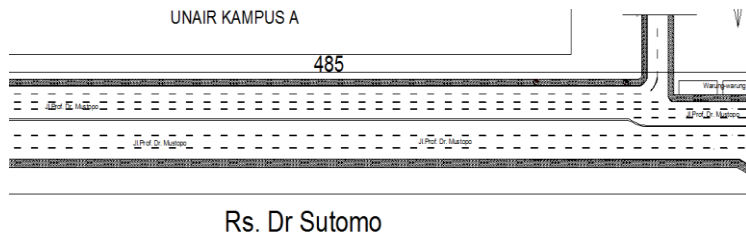
Prosentase untuk Segmen Jl. Dharmahasada (Timur ke Barat)

$$= 798/4123,3 \times 100\% = 19,4 \%$$

5.7.4 Perhitungan Segmen Jalan Prof. Dr. Mustopo Barat ke Arah Jalan Dharmahasada

Lebar Per Lajur	= 3,1 m
Ukuran Kota	= 3.2 juta penduduk
Tipe Jalan	= empat lajur – satu arah
Daerah pemukiman	= beberapa kendaraan umum
Panjang Segmen	= 485 meter

Segmen Jalan Prof. Dr. Mustopo Ke Arah Jalan
Dharmahasada (Pergerakan 1)



Rs. Dr Sutomo

Gambar 5.2 Denah Segmen

Tabel 5.9 Emp untuk jalan perkotaan terbagi dan satu arah

Tipe Jalan: Jalan Satu Arah dan Jalan Terbagi	Arus lalu lintas per lajur (kend/jam)	Emp	
		HV	MC
Dua-lajur satu arah	0	1,3	0,40
Empat-lajur terbagi	≥ 1050	1,2	0,25
Tiga-lajur satu arah	0	1,3	0,40
Enam-lajur terbagi	≥ 1100	1,2	0,25

Sumber: MKJI 1997

Berdasarkan Tabel 5.3 untuk nilai emp HV dan MC tipe jalan empat-lajur terbagi dengan arus lalu lintas per lajur ≥ 1050 yaitu 1,2 untuk HV dan 0,25 untuk MC.

$$\begin{aligned}
 Q_{LV} &= (2247 + 360) \text{ kend/jam} \times 1 = 2607 \text{ smp/jam} \\
 Q_{HV} &= (7 + 3) \text{ kend/jam} \times 1,2 = 12 \text{ smp/jam} \\
 Q_{MC} &= (3346 + 1267) \text{ kend/jam} \times 0,25 = 1154 \text{ smp/jam} \\
 \Sigma Q &= 3772 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

5.7.5 Kapasitas

$$C = C_0 \times FC_W \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS}$$

Keterangan:

C : Kapasitas

C_0 : Kapasitas dasar (smp/jam)

FC_W : Faktor penyesuaian lebar jalur lalu lintas

FC_{SP} : Faktor penyesuaian pemisah arah

FC_{SF} : Faktor penyesuaian hambatan samping

FC_{CS} : Faktor penyesuaian ukuran kota

Kapasitas Dasar (C_0)

Tabel 5.10 Kapasitas dasar jalan perkotaan

Tipe Jalan	Kapasitas Dasar (smp/jam)	Catatan
Empat-lajur terbagi atau Jalan satu arah	1650	Per lajur
Empat-lajur tak-terbagi	1500	Per lajur
Dua-lajur tak-terbagi	2900	Total dua arah

Sumber: MKJI 1997

Faktor Penyesuaian Lebar Jalur Lalu Lintas (FC_W)

Tabel 5.11 Penyesuaian kapasitas untuk pengaruh lebar jalur lalu-lintas untuk jalan perkotaan (FC_W)

Tipe Jalan	Lebar Jalur Efektif	FC_W
Empat-lajur terbagi atau Jalan satu-arah	Per lajur	
	3,00	0,92
	3,25	0,96
	3,50	1,00
	3,75	1,04
	4,00	1,08

Sumber: MKJI 1997

Faktor Penyesuaian Pemisah Arah (FC_{SP})

Untuk jalan terbagi dan jalan satu arah, faktor penyesuaian kapasitas untuk pemisahan arah tidak dapat diterapkan dan nilainya 1,0.

Faktor Penyesuaian Hambatan Samping (FC_{SF})

Tabel 5.12 Faktor penyesuaian kapasitas untuk pengaruh hambatan samping dan jarak kereb-penghalang (FC_{SF}) pada jalan perkotaan dengan kereb

Tipe Jalan	Kelas Hambatan Samping	Lebar bahu efektif			
		$\leq 0,5$	1,0	1,5	$\geq 2,0$
2/2 UD atau Jalan satu-arah	VL	0,93	0,95	0,97	0,99
	L	0,90	0,92	0,95	0,97
	M	0,86	0,88	0,91	0,94
	H	0,78	0,81	0,84	0,88
	VH	0,68	0,72	0,77	0,82

Sumber: MKJI 1997

Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (FC_{CS})

Tabel 5.13 Faktor penyesuaian kapasitas untuk ukuran kota (FC_{CS}) pada jalan perkotaan

Ukuran Kota (Juta Penduduk)	Faktor Penyesuaian
< 0,1	0,86
0,1 – 0,5	0,90
0,5 – 1,0	0,94
1,0 – 3,0	1,00
> 3	1,04

Sumber: MKJI 1997

Penentuan Kapasitas

$$\begin{aligned}
 C &= C_0 \times FC_W \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS} \\
 &= (6600) \times 0,96 \times 1 \times 0,78 \times 1,04 \\
 &= 5140 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

5.7.5 Derajat Kejenuhan

$$DS = Q / C$$

$$DS = \frac{3772 \text{ smp/jam}}{5140 \text{ smp/jam}}$$

= 0,73 (**Dari hasil DS 0,73 maka hasil LOS C**)

Tabel 5.14 Karakteristik tingkat pelayanan (LOS) berdasarkan Q/C atau DS

Tingkat Pelayanan	Karakteristik	Batas Lingkup (Q/C)
A	Kondisi lalu lintas dengan kecepatan tinggi, pengemudi dapat memilih kecepatan yang diinginkan tanpa hambatan.	0,00 – 0,20
B	Arus stabil, tetapi kecepatan operasi mulai diatasi oleh kondisi lalu lintas, pengemudi memiliki kebebasan yang cukup untuk memilih kecepatan.	0,20 – 0,44
C	Arus stabil, tetapi kecepatan dan gerak kendaraan dikendalikan, pengemudi dibatasi dalam memilih kecepatan.	0,45 – 0,74
D	Arus mendekati tidak stabil, kecepatan masih dikendalikan, Q/C masih dapat ditolerir.	0,75 – 0,84

E	Volume lalu lintas mendekati / berada pada kapasitas, arus tidak stabil, kecepatan terkadang terhenti.	0,85 – 1,00
F	Arus yang dipaksakan atau macet, kecepatan rendah, volume diatas kapasitas, antrian panjang dan terjadi hambatan-hambatan besar	$\geq 1,00$

Sumber: MKJI 1997

5.7.6 Kecepatan Arus Bebas Kendaraan

$$FV = (FV_0 + FV_w) \times FFV_{SF} \times FFV_{CS}$$

Keterangan:

FV = Kecepatan arus bebas kendaraan ringan (km/jam)

FV_0 = Kecepatan arus bebas dasar kendaraan (km/jam)

FV_w = Penyesuaian lebar jalur lalu lintas efektif (km/jam)

FFV_{SF} = Faktor penyesuaian kondisi hambatan samping

FFV_{CS} = Faktor penyesuaian ukuran kota

Kecepatan arus bebas dasar kendaraan

Tabel 5.15 Kecepatan arus bebas dasar (FV_0) untuk jalan perkotaan

Tipe Jalan	Kendaraan Ringan	Kendaraan Berat	Sepeda Motor	Semua Kendaran (rata-rata)
Empat-lajur satu-arah	57	50	47	55

Berdasarkan Tabel 5.9 dipilihlah kecepatan arus bebas dasar (FV_0) yaitu 55.

Penyesuaian lebar jalur lalu lintas efektif

Tabel 5.16 Penyesuaian untuk pengaruh lebar jalur lalu-lintas (FV_w) pada kecepatan arus bebas kendaraan ringan, jalan perkotaan

Tipe Jalan	Lebar Jalur lalu lintas efektif (W_c)	FV_w (km/jam)
Empat-lajur terbagi atau Jalan-satu arah	Per lajur	
	3,00	-4
	3,25	-2
	3,50	0
	3,75	2
	4,00	4

Sumber: MKJI 1997

Berdasarkan Tabel 5.10 dipilihlah nilai FV_w untuk Empat-lajur terbagi dengan lebar efektif per lajur 3,25 m yaitu -2

Faktor penyesuaian kondisi hambatan samping

Tabel 5.17 Faktor penyesuaian untuk pengaruh hambatan samping dan jarak kereb penghalang (FFV_{SF}) pada kecepatan arus bebas kendaraan ringan dengan kereb

Tipe Jalan	Kelas Hambatan Samping	$\leq 0,5$ m	1,0 m	1,5 m	≥ 2 m
Empat-lajur tak-terbagi atau Jalan satu-arah	Sangat Rendah	0,98	0,99	0,99	1,00
	Rendah	0,93	0,95	0,96	0,98
	Sedang	0,87	0,89	0,92	0,95
	Tinggi	0,78	0,81	0,84	0,88
	Sangat Tinggi	0,68	0,72	0,77	0,82

Sumber: MKJI 1997

Berdasarkan Tabel 5.11 dipilihlah nilai FFV_{SF} untuk kelas hambatan samping tinggi dengan lebar kereb $\leq 0,5$ m yaitu 0,87

Faktor Penyesuaian Kecepatan Arus Bebas Untuk Ukuran Kota (FFV_{CS})

Tabel 5.18 Faktor penyesuaian untuk pengaruh ukuran kota pada kecepatan arus bebas kendaraan ringan (FFV_{CS}), jalan perkotaan

Ukuran Kota (Juta Penduduk)	Faktor Penyesuaian
< 0,1	0,90
0,1 – 0,5	0,93
0,5 – 1,0	0,95
1,0 – 3,0	1,00
≥ 3,0	1,03

Sumber: MKJI 1997

Berdasarkan Tabel 5.18 untuk FFV_{CS} dengan jumlah penduduk > 3,00 dipilihlah faktor penyesuaian yaitu 1,03.

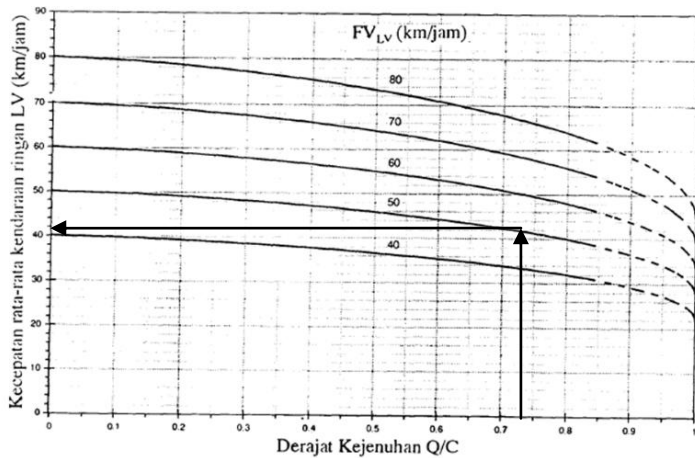
Penentuan Kecepatan Arus Bebas

$$\begin{aligned}
 FV &= (FV_0 + FV_W) \times FFV_{SF} \times FFV_{CS} \\
 &= [55 + (-2 \times 2)] \times 0,87 \times 1,03 \\
 &= [55 - (4)] \times 0,87 \times 1,03 \\
 &= 45,7 \text{ km/jam}
 \end{aligned}$$

5.7.7 Waktu Tempuh Rata-rata

$$DS = 0,73$$

$$FV = 45,7 = 50 \text{ km/jam}$$



Gambar D-2:2

Kecepatan sebagai fungsi dari DS untuk jalan banyak-lajur dan satu-arah

$$\begin{aligned}
 TT &= L/V \\
 V &= 41 \text{ km/jam} \\
 L &= 0,485 \text{ km} \\
 TT &= L/V \\
 &= \frac{0,485 \text{ km}}{41 \text{ km/jam}} = 0,0118 \text{ jam} = 41 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan tahap perhitungan yang sama dihitung pula segmen untuk Jalan Prof.Dr. Mustopo (Barat ke Timur) untuk puncak sore pada hari kerja. Sehingga didapatkan tingkat pelayanan LOS C.

5.8 Alternatif Perbaikan Simbang Bersinyal Jl. Dharmahusada – Jl. Prof. Dr. Mustopo – Jl. Karang Menjangan

Dari hasil perhitungan simbang tersebut, didapatkan kondisi eksisting simbang bersinyal Jl.Dharmahusada – Jl.Prof.Dr.Mustopo – Jl. Karang Menjangan. Maka didapatkan nilai derajat kejenuhan (DS), Panjang antrian, dan Tundaan Simbang Rata-rata telah dihitung pada perhitungan sebelumnya. Simbang bersinyal Jl.Dharmahusada – Jl.Prof.Dr.Mustopo – Jl.Karang Menjangan dengan tingkat pelayanan (LOS) adalah E untuk puncak pagi dan siang, bahkan pada puncak sore sudah mencapai LOS F.

Dengan mengacu pada kondisi eksisting tersebut, maka perlu diadakannya perbaikan kinerja simbang bersinyal Jl.Dharmahusada – Jl.Prof.Dr.Mustopo – Jl. Karang Menjangan dengan tujuan untuk mengoptimalkan kinerja simbang. Alternatif perbaikan yang dilakukan dengan mengubah waktu sinyal dan geometrik, serta Alternatif perbaikan dengan pembebasan lahan.

Untuk memudahkan proses perhitungan dan perbaikan simbang bersinyal penganalisaan dilakukan dengan menggunakan program KAJI dan secara manual berdasarkan panduan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997) dengan proses yang sama seperti perhitungan simbang bersinyal di bab sebelumnya.

5.8.1 Alternatif 1 Perubahan Waktu Sinyal dan Geometrik Tanpa Pembebasan Lahan

Pengaturan waktu sinyal pada setiap fase pergerakan pasti berpengaruh pada kinerja lalu lintas pada persimpangan tersebut, karena waktu ideal cycle time dengan jumlah fase pergerakan pada persimpangan ternyata berpengaruh pada hasil kinerja lalu lintas persimpangan.

Pada persimpangan ini dilakukan pengaturan ulang waktu sinyal pada tiap fase pergerakan untuk mengoptimalkan kinerja lalu lintas pada persimpangan.

Waktu Siklus Eksisting dan Rencana Perbaikan

Eksisting					Rencana Perbaikan				
Fase	1	2	3	Rata-rata	Fase	1	2	3	Rata-rata
Pendekat	T (ST)	B (RT)	S (RT)	Cycle Time	Pendekat	T (ST)	B (RT)	S (RT)	Cycle Time
Puncak Pagi (detk)					Puncak Pagi (detik)				
Hijau	69	47	23	154	Hijau	97	50	23	185
Kuning	3	3	3		Kuning	3	3	3	
Allred	2	2	2		Allred	2	2	2	
Merah	80	102	126		Merah	83	130	157	
Cycle Time	154	154	154		Cycle Time	185	185	185	
Puncak Siang (detik)					Puncak Siang (detik)				
Hijau	65	49	25	154	Hijau	85	55	25	180
Kuning	3	3	3		Kuning	3	3	3	
Allred	2	2	2		Allred	2	2	2	
Merah	84	100	124		Merah	90	120	150	
Cycle Time	154	154	154		Cycle Time	180	180	180	
Puncak Sore (detik)					Puncak Sore (detik)				
Hijau	84	69	22	190	Hijau	85	75	35	210
Kuning	3	3	3		Kuning	3	3	3	
Allred	2	2	2		Allred	2	2	2	
Merah	101	116	163		Merah	120	130	170	
Cycle Time	190	190	190		Cycle Time	210	210	210	

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari tabel diatas dapat dilihat untuk waktu siklus Eksisting pada puncak Pagi, Siang, dan Sore yang awalnya tidak ideal. Diubah menjadi waktu siklus yang lebih ideal, Cycle Time tertinggi adalah 190 untuk kondisi eksisting dengan waktu hijau terpanjang yaitu 84 detik pada puncak siang yaitu pada pendekat Timur.

➤ **Kondisi Eksisting**

Segmen Jalan Prof. Dr. Mustopo

Lebar Jalur Lalu Lintas	= 9,1 m
Lebar Trotoar	= 2,5 m
Ukuran Kota	= 3,2 Juta Penduduk
Hambatan Samping	= Sedang

Segmen Jalan Dharmahusada

Lebar Jalur Lalu Lintas	= 7,4 m
Lebar Trotoar	= Tidak ada
Ukuran Kota	= 3,2 Juta Penduduk
Hambatan Samping	= Tinggi

➤ **Setelah Perbaikan 1**

Segmen Jalan Prof. Dr. Mustopo

Lebar Jalur Lalu Lintas	= 11,5 m
Lebar Trotoar	= 1,5 m
Ukuran Kota	= 3,2 Juta Penduduk
Hambatan Samping	= Sedang

Segmen Jalan Dharmahusada

Lebar Jalur Lalu Lintas	= 9 m
Lebar Trotoar	= Tidak ada
Ukuran Kota	= 3,2 Juta Penduduk
Hambatan Samping	= Sedang

Sehingga dari alternatif perubahan waktu sinyal dan perubahan geometrik jalan tersebut dapat membuat kinerja simpang menjadi lebih baik dari kondisi eksisting. Hasilnya dapat dilihat tabel 5.9

Tabel 5.9 Rekapitulasi Kinerja Simping Bersinyal Jam Puncak Pagi Setelah Perbaikan

Tahun	Nama Jalan	Arah	Rabu Pagi						
			Volume	Kapasitas	V/C	Panjang	Tundaan	LOS	
			(smp/jam)	(smp/jam)	Rasio	Antrian	Simpang		
2018	Jl.Dharmahusada	T-LTOR	563					35.22	LOS D
		T-ST	1514	2417	0.626	267			
	Jl.Prof.Dr.Mustopo	B-ST	1477	4093	0.361	64			
		B-RT	687	874	0.786	160			
	Jl.Karang Menjangan	S-LTOR	614						
		S-RT	389	496	0.785	79			
2019	Jl.Dharmahusada	T-LTOR	590					38.78	LOS D
		T-ST	1587	2417	0.656	276			
	Jl.Prof.Dr.Mustopo	B-ST	1548	4093	0.378	74			
		B-RT	720	874	0.824	168			
	Jl.Karang Menjangan	S-LTOR	643						
		S-RT	408	496	0.822	87			
2020	Jl.Dharmahusada	T-LTOR	616					42.91	LOS E
		T-ST	1658	2417	0.686	285			
	Jl.Prof.Dr.Mustopo	B-ST	1617	4093	0.395	83			
		B-RT	752	874	0.861	176			
	Jl.Karang Menjangan	S-LTOR	672						
		S-RT	426	496	0.859	96			
2021	Jl.Dharmahusada	T-LTOR	642					46.27	LOS E
		T-ST	1728	2417	0.715	293			
	Jl.Prof.Dr.Mustopo	B-ST	1685	4093	0.412	91			
		B-RT	784	874	0.897	184			
	Jl.Karang Menjangan	S-LTOR	700						
		S-RT	444	496	0.895	103			
2022	Jl.Dharmahusada	T-LTOR	669					49.76	LOS E
		T-ST	1798	2417	0.744	301			
	Jl.Prof.Dr.Mustopo	B-ST	1755	4093	0.429	102			
		B-RT	816	874	0.934	195			
	Jl.Karang Menjangan	S-LTOR	729						
		S-RT	462	496	0.932	111			

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari tabel 5.9 diatas, maka dapat diketahui kinerja simping bersinyal pada puncak pagi setelah dilakukan perbaikan. Pada tahun 2017-2022 nilai $DS < 0,75$ untuk pendekat Timur (ST) dan pendekat Barat (ST). Untuk panjang antrian (QL) simping berkisar antara 79 – 303 m. Sedangkan tundaan simping rata – rata (DI) berkisar antara 35,22 – 49,76 det/smp dengan tingkat pelayanan (LOS) adalah D – E.

Tabel 5.10 Rekapitulasi Kinerja Simpang Bersinyal Jam Puncak Siang Setelah Perbaikan

Tahun	Nama Jalan	Arah	Rabu Siang					
			Volume	Kapasitas	V/C	Panjang	Tundaan Simpang	LOS
			(smp/jam)	(smp/jam)	Rasio	Antrian		
2018	Jl.Dharmahasada	T-LTOR	379				32.43	LOS D
		T-ST	1121	1871	0.599	171		
	Jl.Prof.Dr.Mustopo	B-ST	1694	3941	0.430	82		
		B-RT	663	1156	0.574	138		
	Jl.Karang Menjangan	S-LTOR	388					
2019		S-RT	432	670	0.644	85	35.12	LOS D
	Jl.Dharmahasada	T-LTOR	397					
		T-ST	1174	1871	0.628	178		
	Jl.Prof.Dr.Mustopo	B-ST	1776	3941	0.451	89		
		B-RT	695	1156	0.601	146		
2020	Jl.Karang Menjangan	S-LTOR	407				38.31	LOS D
		S-RT	452	670	0.675	92		
	Jl.Dharmahasada	T-LTOR	415					
		T-ST	1227	1871	0.656	186		
	Jl.Prof.Dr.Mustopo	B-ST	1856	3941	0.471	96		
2021		B-RT	727	1156	0.628	153	41.77	LOS E
	Jl.Karang Menjangan	S-LTOR	425					
		S-RT	473	670	0.706	99		
	Jl.Dharmahasada	T-LTOR	432					
		T-ST	1279	1871	0.683	193		
2022	Jl.Prof.Dr.Mustopo	B-ST	1934	3941	0.491	104	45.28	LOS E
		B-RT	757	1156	0.655	162		
	Jl.Karang Menjangan	S-LTOR	443					
		S-RT	493	670	0.735	107		
	Jl.Dharmahasada	T-LTOR	450					
		T-ST	1331	1871	0.711	201	45.28	LOS E
	Jl.Prof.Dr.Mustopo	B-ST	2013	3941	0.511	111		
		B-RT	788	1156	0.682	172		
	Jl.Karang Menjangan	S-LTOR	461					
		S-RT	513	670	0.766	114		

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari Tabel 5.10 diatas, maka dapat diketahui kinerja simpang bersinyal pada puncak siang setelah dilakukan perbaikan. Pada tahun 2017-2022 nilai DS < 0,75 untuk pendekat Timur (ST), Pendekat Barat (ST) dan (RT), serta Pendekat Selatan (RT). Untuk panjang antrian (QL) simpang berkisar antara 85 - 201 m.

Sedangkan tundaan simpang rata – rata (DI) berkisar antara 35,12 – 45,28 det/smp dengan tingkat pelayanan (LOS) adalah kategori D – E.

Tabel 5.11 Rekapitulasi Kinerja Simpang Bersinyal Jam Puncak Sore Setelah Perbaikan

Tahun	Nama Jalan	Arah	Rabu Sore					
			Volume	Kapasitas	V/C	Panjang	Tundaan	LOS
			(smp/jam)	(smp/jam)	Rasio	Antrian	Simpang	
2018	Jl.Dharmahusada	T-LTOR	500				35.47	LOS D
		T-ST	838	1871	0.448	191		
	Jl.Prof.Dr.Mustopo	B-ST	3492	3941	0.886	418		
		B-RT	648	1156	0.561	145		
	Jl.Karang Menjangan	S-LTOR	437					
		S-RT	502	670	0.749	94		
2019	Jl.Dharmahusada	T-LTOR	524				39.42	LOS D
		T-ST	878	1871	0.470	198		
	Jl.Prof.Dr.Mustopo	B-ST	3659	3941	0.928	422		
		B-RT	679	1156	0.588	149		
	Jl.Karang Menjangan	S-LTOR	458					
		S-RT	526	670	0.785	101		
2020	Jl.Dharmahusada	T-LTOR	547				43.64	LOS E
		T-ST	918	1871	0.491	203		
	Jl.Prof.Dr.Mustopo	B-ST	3824	3941	0.970	427		
		B-RT	710	1156	0.614	154		
	Jl.Karang Menjangan	S-LTOR	478					
		S-RT	550	670	0.821	106		
2021	Jl.Dharmahusada	T-LTOR	570				47.83	LOS E
		T-ST	957	1871	0.511	206		
	Jl.Prof.Dr.Mustopo	B-ST	3984	3941	1.011	432		
		B-RT	740	1156	0.640	159		
	Jl.Karang Menjangan	S-LTOR	498					
		S-RT	573	670	0.855	110		
2022	Jl.Dharmahusada	T-LTOR	594				50.38	LOS E
		T-ST	996	1871	0.532	208		
	Jl.Prof.Dr.Mustopo	B-ST	4148	3941	1.052	439		
		B-RT	770	1156	0.666	168		
	Jl.Karang Menjangan	S-LTOR	519					
		S-RT	596	670	0.890	119		

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari Tabel 5.11 diatas, maka dapat diketahui kinerja simpang bersinyal pada puncak siang setelah dilakukan perbaikan. Pada tahun 2017-2022 nilai $DS < 0,75$ untuk pendekat Timur (ST), dan Pendekat Barat (RT). Untuk panjang antrian (QL) simpang berkisar antara 94 - 439 m. Sedangkan tundaan simpang rata – rata (DI) berkisar antara 35,47 – 50,38 det/smp dengan tingkat pelayanan (LOS) adalah kategori D – E.

5.8.2 Alternatif 2 Perubahan Waktu Sinyal dan Geometrik Dengan Pembebasan Lahan

Tabel 5.12 Perbaikan 2 Dengan Pembebasan Lahan

Perbaikan 2 (Dengan Pembebasan Lahan)					
Nama Jalan	Arah	DS	Panjang Antrian	Tundaan Simpang	LOS
Jl. Dharmahasada	T - LTOR			34.84	LOS D
	T - ST	0.598	180		
Jl. Prof. Dr. Mustopo	B - ST	0.844	418		
	B - RT	0.534	86		
Jl. Karang Menjangan	S - LTOR				
	S - RT	0.621	94		

Sumber : Hasil Perhitungan

Pada Alternatif Perbaikan 2 ini, nilai derajat kejenuhan pada Pendekat Timur (ST) adalah 0,598, pada pendekat Barat (ST) adalah 0,844, untuk pendekat Barat (RT) adalah 0,534, untuk pendekat Selatan (RT) adalah 0,621. Untuk nilai panjang antrian pada pendekat Timur (ST) adalah 180 m, pada pendekat Barat (ST) adalah 418 m, untuk pendekat Barat (RT) adalah 86 m, dan pada pendekat Selatan (RT) adalah 94 m. Sehingga nilai tundaan simpang (DI) adalah sebesar 34,84 det/smp. Dan pada perbaikan 2 ini nilai LOSnya adalah LOS D.

5.8.3 Perbandingan Setelah Perbaikan 2 (Pembebasan Lahan)

Setelah dilakukannya alternatif perbaikan 1 perubahan waktu sinyal dan perubahan geometrik tanpa pembebasan lahan, dan alternatif 2 perubahan waktu sinyal dan perubahan geometrik dengan pembebasan lahan, maka dapat dilihat perbandingan antara Kondisi Eksisting, Kondisi setelah Perbaikan 1, dan Kondisi setelah perbaikan 2.

Berikut ini adalah Tabel Perbandingan pada saat kondisi awal (eksisting), kondisi setelah Perbaikan 1 (tanpa pembebasan lahan), dan kondisi setelah perbaikan 2 (dengan pembebasan lahan).

Tabel 5.12 Perbandingan Perhitungan Eksisting, Perbaikan 1, dan Perbaikan 2

Nama Jalan	Arah	2017 (Eksisting)				2017 (Perbaikan 1)				2017 (Perbaikan 2)			
		DS	Panjang Antrian	Tundaan Simpang	LOS	DS	Panjang Antrian	Tundaan Simpang	LOS	DS	Panjang Antrian	Tundaan Simpang	LOS
Jl. Dharmasada	T - LTOR												
	T - ST	0.412	115			0.681	191			0.598	180		
Jl. Prof. Dr. Muisopo	B - ST	0.983	434			0.844	418			0.844	418		
	B - RT	0.439	80.56			0.534	86			0.534	86		
	S - LTOR												
Jl. Karang Menjangan	S - RT	0.833	97.5			0.621	94			0.621	94		

Sumber : Hasil Perhitungan

“Halaman Sengaja dikosongkan”

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa pada bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Tingkat pelayanan pada persimpangan Jl. Dharmahusada – Jl. Prof. Dr. Mustopo – Jl. Karang Menjangan untuk kondisi eksisting (2017) diperoleh LOS E, dengan (DI) pada puncak Pagi dan Siang berkisar antara 35,26 – 41,01 det/smp, kecuali pada puncak Sore diperoleh LOS E dengan (DI) 41,21 det/smp dan QL maksimal 439 di sisi Barat (Jl. Prof. Dr. Mustopo). Berdasarkan hasil analisa tersebut maka kondisi untuk simpang bersinyal tidak memenuhi persyaratan MKJI 1997, sehingga perlu adanya perbaikan.
2. Dengan kondisi persimpangan yang sudah mencapai tingkat pelayanan LOS F, maka tidak dapat dipertahankan pada saat ini, sehingga perlu dilakukan alternatif perbaikan dengan merubah waktu sinyal pada puncak Pagi dari 154 detik menjadi 185 detik, pada puncak Siang dari 154 detik menjadi 180 detik, dan pada puncak Sore dari 190 detik menjadi 210 detik. Maka didapatkan tingkat pelayanan LOS D dengan DI berkisar antara 32,43 – 35,47 det/smp serta QL maksimum $267\text{ m} < 303\text{ m}$ (Eksisting).
3. Berdasarkan hasil perhitungan dengan perbaikan waktu sinyal untuk 5 tahun kedepan, didapatkan tingkat pelayanan untuk puncak Pagi pada tahun 2018 – 2019 adalah LOS D dengan DI berkisar antara 35,22 – 38,78 det/smp, pada tahun 2020-2022 adalah LOS E dengan DI berkisar antara 42,91 – 49,76 det/smp. Tingkat pelayanan untuk puncak Siang pada tahun 2018-2020 adalah LOS D dengan DI berkisar antara 32,43 – 38,31 det/smp, pada tahun 2021-2022 adalah LOS E dengan DI berkisar antara 41,77 – 45,28 det/smp.

Tingkat pelayanan untuk puncak Sore pada tahun 2018-2019 adalah LOS D dengan DI berkisar antara 35,47 – 39,42 det/smp, pada tahun 2020-2022 adalah LOS E dengan DI berkisar antara 43,64 – 50,38.

4. Berdasarkan hasil perhitungan setelah perbaikan dengan pembebasan lahan, maka didapatkan tingkat pelayanan untuk puncak Sore adalah LOS D dengan Tundaan Simpang (DI) sebesar 34,84 det/smp.

6.2 SARAN

1. Diharapkan Pemkot Surabaya melakukan perubahan marka di Jl. Prof. Dr. Mustopo dan Jl. Dharmahusada
2. Dilakukan penertiban bagi pengendara untuk mengurangi pelanggaran rambu-rambu lalu lintas yang ada sehingga tidak menambah kemacetan di area persimpangan.
3. Harus ada penyelesaian lanjut sebagai alternatif lain sebagai solusi untuk mengatasi permasalahan yang ada sehingga kinerja persimpangan dapat lebih optimal untuk tahun berikutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*. PT.Bina Karya (PERSERO)
- Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Bina Marga, 1997. *Tata Cara Pemasangan Rambu dan Marka Jalan Perkotaan*.
- Pedoman Teknis Pengaturan Lalu Lintas di Persimpangan Berdiri Sendiri dengan Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas, 1996
- Sudjana, Prof. Dr. Ma, Msc. , 2005. *Metoda Statistika Tarsito* : Bandung

“Halaman Sengaja dikosongkan”

PENUTUP

Segala Puja dan Puji atas syukur Berkat Rahmat dan Hidayah Allah SWT, akhirnya Proyek Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan Judul “Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal Pada Jalan Dharmahusada – Jalan Karang Menjangan – Jalan Prof. Dr. Mustopo, Surabaya”.

Dengan menyadari keterbatasan kemampuan dan pengetahuan kami sehingga dalam penyusunan Proyek Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu diharapkan saran dan kritik maupun petunjuk demi kesempurnaan Penyusunan Proyek Akhir ini.

Semoga penyusunan Proyek Akhir ini dapat bermanfaat bagi penyusunan khususnya maupun pembaca umumnya.

Sebagai akhir kata kami menyampaikan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah banyak membantu dalam terselesaikannya penyusunan Proyek Akhir ini.

Surabaya, Juni 2017

Penyusun

“Halaman Sengaja dikosongkan”

BIODATA PENULIS



Penulis memiliki nama Edo Willem Rumbay dilahirkan di kota Mojokerto pada 16 Oktober 1995, merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SDN Kenanten Kabupaten Mojokerto, SMPN 4 Kota Mojokerto, SMAN 1 Sooko Kabupaten Mojokerto. Setelah Lulus dari SMAN 1 Sooko Kabupaten Mojokerto tahun 2014, penulis mengikuti ujian Seleksi

Masuk ITS (SMITS) dengan memilih Prodi diploma 3 ITS dan diterima di Departemen Teknik Infrastruktur Sipil pada tahun 2014 dan terdaftar dengan NRP 3114 030 029. Di Departemen Teknik Infrastruktur Sipil ini penulis mengambil bidang studi Bangunan Transportasi.. Penulis pernah aktif dalam berbagai kepanitaan yang ada selama menjadi mahasiswa di Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

BIODATA PENULIS



Penulis memiliki nama Aden Febrian Nugroho, dilahirkan di Jakarta pada 19 Februari 1996, merupakan anak ke-2 (kedua) dari 3 (tiga) bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SDN 11 Pagi Jakarta, SMPN 4 Malang dan SMA Labschool UM Malang. Setelah lulus dari SMA Labschool UM Malang, di tahun 2014, penulis mengikuti ujian masuk Diploma 3 ITS dan diterima di Departemen Teknik

Infrastruktur Sipil pada tahun 2014 dan terdaftar dengan NRP 3114 030 111. Di Departemen Teknik Infrastruktur Sipil ini penulis mengambil bidang studi Bangunan Transportasi. Penulis pernah aktif dalam beberapa kegiatan organisasi kampus yaitu UKM Catur. Penulis pernah aktif dalam beberapa kepanitaan yang ada selama menjadi mahasiswa di Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

LAMPIRAN